Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS • E. BEDERKE • H. BROCKMANN • P. TEN BRUGGENCATE • C. W. CORRENS • H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER • R. GRAMMEL • O. HAHN • R. HARDER • M. HARTMANN • W. HEISENBERG • K. HENKE
A. KUHN • M. v. LAUE • H. MARTIUS • R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

41. JAHRGANG **HEFT 8** (ZWEITES APRILHEFT) **1954**

INHALT:

AUFSÄTZE. Seite

Warum müssen die Entfernungen der Spiralnebel etwa doppelt so groß angesetzt werden wie bisher? Von P. TEN BRUGGENCATE 173
Prinzip und Bedeutung der papierchromatographischen Methode. Von H. HELLMANN und P. KARLSON 178
Über die Beobachtung von „atmospherics" bei geringsten Frequenzen. Von W. O. SCHUMANN und H. KÖNIG 183

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Abschätzung der Nukleonendichte in den Atomkernen aus den empirischen Besetzungszahlen der Bahndrehimpulseigenwerte. Von W. THEIS 184
Zur Berechnung der „subnormalen" Charakteristik. Von G. ECKER 184
Zur Theorie der Kathodenzerstäubung in der Glimmentladung. Von G. ECKER und K. G. EMELEUS 185
Bemerkungen zur Abbildungstreue von Lackabdrucken. Von H. KIMMEL 186
RAMAN-spektroskopische Strukturbestimmung des Trimetaphosphatanions. Von A. SIMON und E. STEGER 186
Die Wertigkeit des Kobalts im Vitamin B_{12}. Von G. BOEHM, A. FAESSLER und G. RITTMAYER 187
Zur Kenntnis der Reaktionen der Tetroxyde des Osmiums und Rutheniums mit biologisch wichtigen Substanzen. Von G. F. BAHR 187
Zur Rolle der γ-Aminobuttersäure im Stoffwechsel von Endomycopsis vernalis. Von H. KATING 188
Zum Mechanismus der zytostatischen Wirkung des N-Losts. Von H. LETTRÉ 188
Vasopressorische und oxytocische Wirksamkeit in Hypothalamus- und Hypophysenhinterlappenextrakten. Von A. v. SCHLICHTEGROLL 188
Versuche mit zwei weiteren Substanzen, welche den Kerninhalt überlebender tierischer Zellen gegen UV-Wirkung schützen. Von K. ERDMANN 189
Die Deutung des LD 50-Anstieges mit steigender spezifischer Ionisation und die Reaktivierung sowie Sensibilisierung durch Wärme bei E. coli. Von H. und M. LANGENDORFF und K. SOMMERMEYER 189
Strahlenschutz durch Periston N. Von H. BURGER und J. LEHMANN 190
Hinweise auf eine Längsverdopplung von Mitochondrien bei Oospora lactis. Von M. STEINER 191
Über die Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit von Aspergillus niger in Kieselsäurenährlösungen bei O_2-Belüftung. (XXVII. Mitteilung.) Von L. HOLZAPFEL und W. ENGEL 191
Die Bakteroidbildung von *Rhizobium leguminosarum* in Mischkultur mit einem anderen Bakterium. Von W. HEUMANN . 192
Zur systematischen Stellung von Paidopithex rhenanus Pohlig. Von W. KORN 192
Herstellung von dünnen Filmen für Röntgen- und Ultrarotspektroskopie aus Polyamiden. Von H. VOM HOVE 193
Vorläufige Mitteilung über eine mögliche Identität von Glukagon (Hyperglycaemic-glycogenolytic Factor) und Phosphorylase. Von H. BOSER 193
Phasenmikroskopische Beobachtung der Haare. Von S. YAMAGUCHI 193

BESPRECHUNGEN.

H. BUCHHOLZ, Die konfluente hypergeometrische Funktion mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen. (Ref.: RELLICH) 194
R. SAUER, Anfangswertprobleme bei partiellen Differentialgleichungen. (Ref.: F. SAUTER) 194
S. FLÜGGE und H. MARSCHALL, Rechenmethoden der Quantentheorie. (Ref.: B. STECH und J. H. D. JENSEN) 194
C. RAMSAUER, Grundversuche der Physik in historischer Darstellung. (Ref.: K. SOLF) 194
E. E. WAHLSTROM, Optical Crystallography. (Ref.: H. SCHUMANN) 195
Künstliche radioaktive Isotope in Physiologie, Diagnostik und Therapie. (Ref.: E. WITTE) 195
A. LWOFF, Biochemistry and Physiology of Protozoa. (Ref.: A. KOCH) 196
K. PAECH und W. SIMONIS, Übungen zur Stoffwechselphysiologie der Pflanzen. (Ref.: O. STOCKER) 196

Aromatische Kohlenwasserstoffe.

Polycyclische Systeme

Von **E. Clar**, Universität Glasgow (Schottland). Band 2 von „Organische Chemie in Einzeldarstellungen". Herausgegeben von Hellmut Bredereck und Eugen Müller.) Zweite, verbesserte Auflage. Mit 138 Abbildungen. Mit einem Geleitwort von J. W. Cook. XXII, 481 Seiten. 1952.

Ganzleinen DM 69.—

Inhaltsverzeichnis mit den Formeln der Ringsysteme: Einleitung: **Allgemeiner Teil:** I. Die Nomenklatur der aromatischen Kohlenwasserstoffe. II. Vergleiche über Konstitution, Reaktivität und Farbe an aromatischen Kohlenwasserstoffen. III. Die Resonanz in aromatischen Kohlenwasserstoffen. IV. Versuche zum Beweis der Stabilisierung von Kekulé-Formen. V. Über die Möglichkeit der Lokalisierung von π-Elektronen in einzelnen Ringen polycyclischer Systeme. VI. Resonanz und der Atomabstand der C-C-Bindung. VII. Resonanz in nichtuniplanaren aromatischen Kohlenwasserstoffen. VIII. Die Bedeutung der Kekulé-Strukturen für die Resonanz und die Stabilität der aromatischen Kohlenwasserstoffe und eine Definition des aromatischen Zustandes. IX. Cancerogene Eigenschaften aromatischer Kohlenwasserstoffe. X. Allgemeine Darstellungsmethoden aromatischer Kohlenwasserstoffe. **Besonderer Teil: A. kata-anellierte Kohlenwasserstoffe.** I. Benzol. II. Kohlenwasserstoffe, die höchstens zwei linear anellierte Benzolringe enthalten. III. Kohlenwasserstoffe, die drei linear anellierte Benzolkerne enthalten. IV. Kohlenwasserstoffe, die vier linear anellierte Benzolkerne enthalten. V. Kohlenwasserstoffe, die fünf linear anellierte Benzolkerne enthalten. VI. Kohlenwasserstoffe, die sechs linear anellierte Benzolkerne enthalten. VII. Kohlenwasserstoffe, die sieben linear anellierte Benzolkerne enthalten. VIII. Kohlenwasserstoffe, die acht und mehr linear anellierte Benzolkerne enthalten **B. peri-kondensierte Kohlenwasserstoffe aus sechsgliedrigen Ringen.** a) Kohlenwasserstoffe des 2. Kondensationsgrades. I. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Diphenyl ableiten. II. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Perylen ableiten. III. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Bisanthen ableiten. IV. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Pyren ableiten. b) Kohlenwasserstoffe des 3. Kondensationsgrades. I. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Terphenyl ableiten. II. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Terrylen ableiten. III. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Peropyren ableiten. c) Kohlenwasserstoffe des 4., 5. und 6. Kondensationsgrades. **C. peri-kondensierte Kohlenwasserstoffe aus sechsgliedrigen Ringen, die sich nicht nach dem Kondensationsprinzip einteilen lassen.** I. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Anthanthren ableiten. II. Kohlenwasserstoffe, die sich vom Zethren ableiten. **D. peri-kondensierte Kohlenwasserstoffe aus sechsgliedrigen und fünfgliedrigen Ringen, in denen kein C-Atom mit mehr als einem H-Atom verbunden ist.** I. Kohlenwasserstoffe, die einen fünfgliedrigen Ring enthalten. II. Kohlenwasserstoffe, die zwei fünfgliedrige Ringe enthalten. III. Kohlenwasserstoffe, die drei fünfgliedrige Ringe enthalten. **E. peri-kondensierte Kohlenwasserstoffe aus sechsgliedrigen Ringen, in denen ein C-Atom mit zwei H-Atomen verbunden ist. F. peri-kondensierte Kohlenwasserstoffe aus sechsgliedrigen Ringen, in denen zwei C-Atome mit je zwei H-Atomen verbunden sind.** Namenverzeichnis. Patentverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 41 Heft 8 (Zweites Aprilheft) 1954

Warum müssen die Entfernungen der Spiralnebel etwa doppelt so groß angesetzt werden wie bisher?

Von P. TEN BRUGGENCATE, Göttingen.

Auf der Tagung der Internationalen Astronomischen Union in Rom, die im September 1952 stattfand, hat BAADE einige Gründe angegeben, die dazu zwingen, die Entfernungen der Spiralnebel etwa zu verdoppeln. Da die Frage nach der Entfernungsskala im Universum wohl ein allgemeineres Interesse findet, soll hier kurz über den gegenwärtigen Stand dieses Problems berichtet werden.

1. Die bisherige Entfernungsbestimmung von Spiralnebeln.

Für Entfernungsbestimmungen im Weltall spielt die Periode-Leuchtkraft-Beziehung[1]) (PLB) für δ Cephei-Sterne [*1*] eine entscheidende Rolle. Wir haben im folgenden zu unterscheiden zwischen Haufenveränderlichen, deren Lichtwechselperioden kürzer als 1 Tag sind, und den klassischen δ Cephei-Sternen mit Perioden, die länger als 1 Tag sind. Die Haufenveränderlichen werden gelegentlich auch — nach einem ihrer ausgesprochenen Vertreter — RR Lyrae-Sterne genannt. Sie verdanken ihren Namen dem Umstand, daß sie vorwiegend in kugelförmigen Sternhaufen vorkommen, in denen man nur wenig Cepheiden mit $P > 1^d$ beobachtet hat. Erst neuerdings hat sich herausgestellt, daß diese Kugelhaufen-Cepheiden mit einer besonderen Gruppe von δ Cephei-Sternen vom Typ W Virginis verwandt sind. Wir wollen hier gleich anmerken, daß die Veränderlichen Sterne in Kugelhaufen sowie die galaktischen[2]) RR Lyrae-Sterne Sterne der Population II, die klassischen galaktischen δ Cephei-Sterne ($P > 1^d$) aber Sterne der Population I sind[3]).

In Untersuchungen über die PLB hat man zwei Aufgaben scharf zu trennen: 1. Die Sicherung der *Form* des Zusammenhangs zwischen Periode und Leuchtkraft und 2. die Festlegung des *Nullpunkts* der PLB, d.h. zu messen, welche *absolute* Größe[4]) δ Cephei-Sternen einer bestimmten Periode zukommt. Die eigentliche Schwierigkeit liegt in der Lösung der zweiten Aufgabe.

Vor etwa 35 Jahren hat SHAPLEY zum ersten Male versucht, die Entfernungen der kugelförmigen Sternhaufen mit Hilfe von Cepheiden zu bestimmen. Die PLB, die seither von mehreren Autoren zur Entfernungsbestimmung von Kugelhaufen, Sternwolken und Spiralnebeln verwendet worden ist, geht, was ihre Form betrifft, auf Arbeiten von SHAPLEY über δ Cephei-Sterne in den MAGELLANschen Wolken [*1*] zurück. Der von SHAPLEY zuerst bestimmte Nullpunkt der PLB wurde vielfach zu verbessern versucht, z.B. 1939 von R. E. WILSON [*2*] mit Hilfe eines ziemlich umfangreichen Materials von Eigenbewegungen und Radialgeschwindigkeiten galaktischer δ Cephei-Sterne und galaktischer Haufenveränderlicher (RR Lyrae-Sternen) (s. Abschnitt 4). Nach diesen Untersuchungen schien die Annahme berechtigt, daß sich in der PLB die Haufenveränderlichen stetig an die klassischen δ Cephei-Sterne nach der Seite abnehmender Perioden anschließen. Es ist deshalb stets mit einer einheitlichen

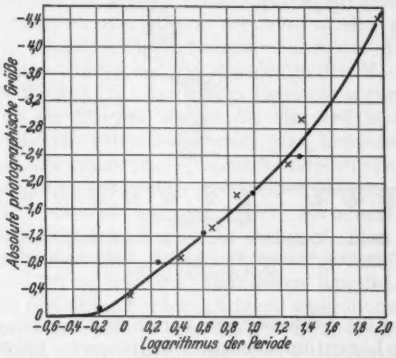


Fig. 1. SHAPLEYS Perioden-Leuchtkraft-Beziehung für Cepheiden [1, 135]. Abszisse: Dekadischer Logarithmus der Periode P des Lichtwechsels. Ordinate: Mittlere absolute photographische Größe $\overline{M}$. • Mittel über Periodenintervalle; × Mittel über Größenintervalle.

PLB gearbeitet worden (s. Fig. 1), die sich über einen Periodenbereich von $0^d{,}25$ bis 100^d erstreckt, und die wir kurz die SHAPLEYsche PLB nennen wollen. Erst neuerdings hat sich aus Untersuchungen von BAADE ergeben, daß die Annahme einer *einheitlichen* PLB für die klassischen δ Cephei-Sterne unserer Milchstraße und für die Veränderlichen in Kugelhaufen, also für die Cepheiden der Population I und diejenigen der Population II, nicht gerechtfertigt ist. Dies ist das Kernproblem, das wir im folgenden zu behandeln haben.

Die ersten Angaben über Entfernungen von Spiralnebeln, die als recht zuverlässig galten, gehen nun auf Untersuchungen von HUBBLE zurück, der im Jahre 1929 die Ergebnisse langjähriger systematischer Beobachtungen von δ Cephei-Sternen im Andromedanebel veröffentlichte [*3*]. Bei diesen δ Cephei-Sternen handelt es sich um Sterne, deren scheinbare photographische Größen im Lichtmaximum zwischen $18^m{,}6$ und $19^m{,}8$ liegen[5]), und die Perioden zwischen 48^d und 10^d Tagen besitzen. HUBBLE fand, daß zwischen den scheinbaren Größen und den Perioden ein Zusammenhang existiert, der, was seine Form betrifft,

[1]) Unter der Leuchtkraft eines Sterns verstehen wir im folgenden die Bestrahlungsstärke, die der Stern aus der Entfernung 10 Parsec auf der Erde hervorrufen würde. [1 Parsec (ps) ist die Entfernung, die einer Parallaxe von 1″ entspricht. 1 ps = 3,25 Lichtjahre = $3 \cdot 10^{18}$ cm.]

[2]) Unter galaktischen Objekten verstehen wir Objekte, die zu unserer Milchstraße gehören.

[3]) Zum Begriff der Sternpopulationen vgl. Abschnitt 2 und Fig. 3 sowie die unter [*6*] zitierte Literatur.

[4]) Unter der absoluten Größe eines Sterns versteht man die scheinbare Größe, die er besitzen würde, wenn man ihn in eine Standardentfernung, nämlich 10 ps, versetzen würde. Die Angabe einer absoluten Größe, einer Maßzahl für die Leuchtkraft, setzt also immer eine Entfernungsbestimmung voraus.

[5]) Hier, wie im folgenden, haben wir eine von BAADE bestimmte [*6*] Skalenkorrektion an den HUBBLEschen scheinbaren Größen angebracht.

genau der SHAPLEYschen PLB entspricht. HUBBLE hat deshalb den δ Cephei-Sternen im Andromedanebel die absoluten photographischen Größen zugeordnet, die ihnen auf Grund der beobachteten Perioden ihres Lichtwechsels nach der SHAPLEYschen PLB zukommen sollten. Betrachten wir als Beispiel einen δ Cephei-Stern im Andromedanebel mit einer Periode von 45^d und einer mittleren scheinbaren photographischen Größe $m = 19^m{,}0$. Nach SHAPLEYS PLB (s. Fig. 1) gehört zu einer Periode von 45^d eine mittlere absolute photographische Größe $M = -3^m{,}4$. Aus der bekannten Beziehung zwischen absoluten und scheinbaren Größen

$$M = m + 5 - 5 \log r, \qquad (1)$$

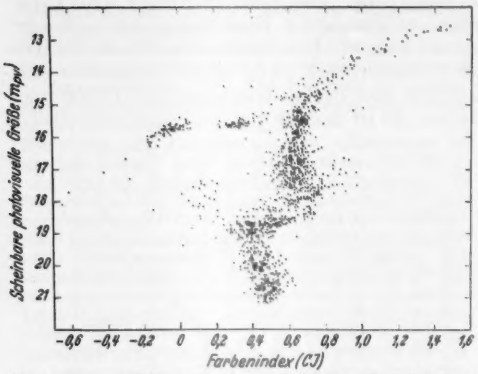


Fig. 2. RUSSELL-Diagramm des galaktischen Kugelhaufens Messier 3 [5, 65]. Abszisse: Farbenindex. Ordinate: Scheinbare photovisuelle Größe.

in der r die Entfernung in Parsec und log den dekadischen Logarithmus bedeutet, folgt dann $r = 300000$ ps. Gl. (1) setzt allerdings voraus, daß eine Absorption des Lichts im interstellaren Raum vernachlässigt werden kann. Ist dies nicht der Fall, so hätte man zuerst an den scheinbaren Größen die (im allgemeinen unbekannten) Absorptionsbeträge anzubringen, bevor man die Entfernung berechnet. Ohne Rücksicht auf eine etwa vorhandene Absorption ergeben sich jedenfalls auf photometrischem Weg immer zu *große* Entfernungen. Es kann daher kein Zweifel bestehen, daß bei Verwendung der SHAPLEYschen PLB die Entfernung des Andromedanebels nicht größer sein kann als 300000 ps.

2. *Unstimmigkeiten, die sich aus der Verwendung von* SHAPLEYS *PLB ergeben.*

HUBBLE hat 1932 im Andromedanebel 140 Objekte auf Grund ihrer etwas verwaschenen Bilder, die sie auf photographischen Platten besitzen, vorläufig als kugelförmige Sternhaufen identifiziert [4]. Legt man die aus den δ Cephei-Sternen des Andromedanebels ($P > 1^d$) mit SHAPLEYS PLB abgeleitete Entfernung von 300000 ps zugrunde, so ergibt sich für die Kugelhaufen des Nebels eine mittlere absolute photographische Größe von $-5^m{,}8$, die ein Maß für die über alle Sterne eines Haufens summierte Leuchtkraft darstellt. Der entsprechende Mittelwert für die Kugelhaufen unserer Milchstraße liegt aber etwa bei $-7^m{,}3$. Er beruht auf Entfernungen der galaktischen Kugelhaufen, die aus SHAPLEYS PLB mit Hilfe der *Haufenveränderlichen* ($P < 1^d$) gewonnen worden sind. Auf den Umstand, daß sich bei dem eingeschlagenen Verfahren die mittlere absolute Größe für die Kugelhaufen im Andromedanebel um etwa $1^m{,}5$ schwächer ergibt, als man nach den Ergebnissen für galaktische Kugelhaufen erwarten sollte, hat HUBBLE bereits 1932 hingewiesen. Man hat jedoch damals diese Diskrepanz für unwesentlich gehalten und die Entfernungsmessung des Andromedanebels aus δ Cephei-Sternen ($P > 1^d$) mit Hilfe von SHAPLEYS PLB für recht zuverlässig angesehen.

Eine weitere entscheidende Unstimmigkeit fand nun BAADE auf Grund der ersten Beobachtungen des Andromedanebels mit dem HALE-Reflektor auf dem Mt. Palomar. Um diese Unstimmigkeit zu verstehen,

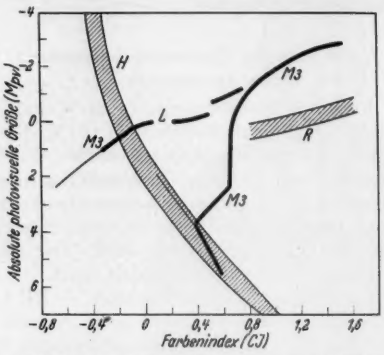


Fig. 3. Vergleich des RUSSELL-Diagramms von Messier 3 (Population II) mit dem RUSSELL-Diagramm der Sterne der Sonnenumgebung (Population I, schraffierte Gebiete) [5, 70]. *H* Hauptreihe; *R* Riesen; *L* Lücke der Haufenveränderlichen. Abszisse: Farbenindex. Ordinate: Absolute photovisuelle Größe.

ist es notwendig, auf das RUSSELL-Diagramm[1]) kugelförmiger Sternhaufen näher einzugehen. In Fig. 2 ist das RUSSELL-Diagramm für den galaktischen Kugelhaufen Messier 3 nach Messungen von SANDAGE [5] wiedergegeben. Auf Grund von Platten, die BAADE mit dem 200 inch-Reflektor aufgenommen hat, ist es möglich, noch Sterne des Kugelhaufens von 19^m bis 21^m zu messen. Die Haufenveränderlichen von M 3 sind in Fig. 2 nicht mit eingetragen. Sie würden in der Lücke auf dem horizontalen Ast bei $m_{pv} \sim 15^m{,}6$ und $C\,I \sim +0^m{,}1$ liegen. Aus SHAPLEYS PLB (Fig. 1) entnimmt man für die absolute Größe der Haufenveränderlichen ($P < 1^d$) den Wert $M = 0^m{,}0$. Man kann damit die in Fig. 2 als Ordinaten benutzten scheinbaren Größen in absolute Größen umwandeln und dann das RUSSELL-Diagramm von M 3 vergleichen mit dem RUSSELL-Diagramm für die Sterne der Sonnenumgebung. Das Ergebnis ist in Fig. 3, die ebenfalls der Arbeit von SANDAGE entnommen wurde, wiedergegeben. Man erkennt daraus, daß die schwächsten Sterne in M 3 mit $m_{pv} > 19^m$ in die Hauptreihe des RUSSELL-Diagramms der Sterne der Sonnenumgebung fallen. Würde die absolute Größe der Haufenveränderlichen merklich von dem Wert $M = 0^m{,}0$ abweichen, so wäre dies nicht mehr der Fall. Wir schließen daraus, daß alle photometrischen Entfer-

[1]) In einem RUSSELL-Diagramm wird eine Statistik der Sterne eines Sternsystems nach absoluter Größe und Spektraltyp, bzw. Farbenindex, graphisch dargestellt. Ist die Tiefenerstreckung eines Sternsystems klein im Vergleich zu seiner Entfernung, so können die scheinbaren Größen an die Stelle der absoluten treten.

nungsbestimmungen mit Hilfe von *Haufenveränderlichen* sehr wahrscheinlich zuverlässig sind.

An Hand von Fig. 3 wollen wir noch kurz auf die beiden von BAADE eingeführten Sternpopulationen I und II hinweisen [6]. Definitionsgemäß entsprechen die Sterntypen in M 3 der Population II, einer Population, die BAADE auch im Kern des Andromedanebels nachgewiesen hat. In die schraffierten Bezirke von Fig. 3, die das RUSSELL-Diagramm für die Sterne der Sonnenumgebung schematisch wiedergeben, fallen die Bildpunkte der Sterne der Population I, die ausschließlich in den Spiralarmen, also in den Außenteilen eines Spiralnebels vorkommen.

Kehren wir nun zur Frage nach der Entfernung des Andromedanebels zurück. Nach HUBBLE besitzen δ Cephei-Sterne des Nebels mit einer Periode von 45^d die scheinbare photographische Größe $19^m{,}0$. Da nach SHAPLEYS PLB δ Cephei-Sternen dieser Periode die absolute Größe $-3^m{,}4$, den Haufenveränderlichen aber die absolute Größe $0^m{,}0$ zukommt, so sollte man im Andromedanebel Haufenveränderliche etwa bei der photographischen Größe $22^m{,}4$ erwarten. Mit dem 100 inch-Reflektor lassen sich so lichtschwache Sterne nicht mehr erreichen; dagegen zeigen Versuche an Standardfeldern, daß man mit dem 200 inch-Spiegel Sterne der photographischen Größe $22^m{,}4$ bei einer Belichtungszeit von 30 min gerade noch auf der Platte erkennen kann. Es war nun eine besondere Überraschung, daß auf Aufnahmen des Andromedanebels, die mit dem 5 m-Spiegel bei 30 min Belichtungszeit gewonnen worden waren, *keine* Haufenveränderliche zu finden waren. Vielmehr reichten die Platten nur bis zu den hellsten Sternen der Population II. Daß es sich dabei wirklich um die hellsten Sterne der Population II handelte, ging daraus hervor, daß auf den gleichen Platten die Kugelhaufen des Nebels sich gerade in einzelne Sterne aufzulösen beginnen. (Wir erinnern daran, daß Platten mit dem 100 inch-Reflektor die Kugelhaufen des Andromedanebels nur als verwaschene Bilder zeigen!) Nach Fig. 2 sind aber die hellsten Sterne der Population II photographisch um $1^m{,}5$ heller als die Haufenveränderlichen[1]). Das heißt also, daß im Andromedanebel die Haufenveränderlichen erst etwa bei der photographischen Größe $22^m{,}4 + 1^m{,}5 = 23^m{,}9$ zu erwarten sind im Gegensatz zu den Abschätzungen an Hand der SHAPLEYschen PLB.

Dieses für die Entfernungsskala im Weltall entscheidende Ergebnis, das von BAADE aus den ersten Beobachtungen des Andromedanebels mit dem 5 m-Spiegel abgeleitet werden konnte, läßt nun die von HUBBLE vor 20 Jahren gefundene Diskrepanz zwischen den absoluten Größen der Kugelhaufen im Andromedanebel und den absoluten Größen der Kugelhaufen in unserer Milchstraße in neuem Licht erscheinen. Aus Fig. 3 folgerten wir, daß die absolute Größe der Haufenveränderlichen ($M = 0^m{,}0$) sehr nahe richtig sein muß. Alle Entfernungsbestimmungen, die auf diesem Wert beruhen, also insbesondere die Entfernungen der Kugelhaufen unserer Milchstraße, dürften deshalb weitgehend richtig sein. Das gleiche gilt dann von der mittleren absoluten Größe ($-7^m{,}3$) dieser Haufen. Wenn man nun für die Kugelhaufen im Andromedanebel die gleiche mittlere absolute Größe wie für die galaktischen Kugelhaufen annimmt, so folgt aus Gl. (1) eine Entfernung für den Nebel von rund 600000 ps. Ist die Entfernung des Andromedanebels aber doppelt so groß, als HUBBLE gefunden hat, so ist ohne weiteres klar, daß Aufnahmen mit dem 5 m-Spiegel bei einer Belichtungszeit von 30 min keine Haufenveränderlichen zeigen können.

Wir müssen also nach BAADE den Schluß ziehen, daß Entfernungen, die mit Hilfe der klassischen δ Cephei-Sterne ($P > 1^d$) unter Verwendung von SHAPLEYS PLB bestimmt worden sind, um etwa den Faktor zwei zu klein sind. Anders ausgedrückt: Cepheiden der Population I befolgen nicht die gleiche PLB wie Cepheiden der Population II; vielmehr sind bei gleicher Periode die Cepheiden der Population I um etwa $1^m{,}5$ absolut heller als die Cepheiden der Population II. (Vgl. Abschnitt 4 und Fig. 4.)

3. *Die Kugelhaufen der* MAGELLAN*schen Wolken.*

Die weitreichenden Schlußfolgerungen, die sich aus den Arbeiten von BAADE ergeben, werden gestützt durch neuere Untersuchungen SHAPLEYS über die absoluten Größen der Kugelhaufen in den MAGELLANschen Wolken [7]. Aus neuem Beobachtungsmaterial, das an der Boyden Station der Harvard Sternwarte in Südafrika gewonnen worden war, konnten zuverlässige scheinbare photographische Größen von 13 Kugelhaufen in der großen und kleinen MAGELLANschen Wolke bestimmt werden. Der Mittelwert dieser Größen beträgt $m = 11^m{,}3$. Schreibt man diesen Kugelhaufen die gleiche mittlere absolute Größe $M = -7^m{,}3$ zu wie den galaktischen Kugelhaufen, so ergibt sich unter Berücksichtigung einer interstellaren Absorption von $0^m{,}3$ aus Gl. (1) als Entfernung der MAGELLANschen Wolken der Wert $r = 46000$ ps. Verwendet man jedoch die ebenfalls neu bestimmten scheinbaren photographischen Größen von 88 δ Cephei-Sternen ($P > 1^d$), die in den MAGELLANschen Wolken vorkommen [8], und kombiniert diese mit den absoluten Größen aus SHAPLEYS PLB, so ergibt sich für die Wolken nur eine Entfernung von $r = 25000$ ps, also wieder nur ein halb so großer Wert als unter Verwendung der Kugelhaufen.

Wir wollen noch abschätzen, in welchem Intervall der scheinbaren Größen in den MAGELLANschen Wolken Haufenveränderliche zu erwarten sind. SHAPLEY hat z.B. die mittlere scheinbare Größe von δ Cephei-Sternen mit einer Periode von 5^d, die zu den MAGELLANschen Wolken gehören, zu $15^m{,}9$ bestimmt. Da nach SHAPLEYS PLB (Fig. 1) Cepheiden dieser Periode um $1^m{,}4$ absolut heller sind als Haufenveränderliche, so sollte man in den MAGELLANschen Wolken Haufenveränderliche etwa bei der scheinbaren Größe $17^m{,}3$ erwarten. Trotz eingehenden Suchens haben sich aber in den Wolken im Größenintervall 17^m bis 18^m *keine* Haufenveränderliche finden lassen. Dagegen hat THACKERAY auf der Tagung der IAU in Rom (September 1952) mitgeteilt, daß mit dem 74 inch-Reflektor der Radcliffe Sternwarte in Pretoria die ersten Haufenveränderlichen in den MAGELLANschen Wolken etwa bei der scheinbaren Größe 19^m gefunden worden sind. Wir müssen daraus wieder den Schluß ziehen, daß Cepheiden der Population I etwa anderthalb Größenklassen absolut heller sind, als man nach SHAPLEYS PLB erwarten sollte.

[1]) Photographische Größen (m_{pg}) erhält man aus den photovisuellen Größen (m_{pv}), indem man zu diesen den Farbenindex (CI) addiert.

4. Die Perioden-Leuchtkraft-Beziehungen für Cepheiden der beiden Populationen[1]).

Alle Veränderlichen in Kugelhaufen gehören definitionsgemäß zur Population II. Wenn man also für die Veränderlichen eines Kugelhaufens — Haufenveränderliche und Cepheiden mit $P > 1^d$ — die Logarithmen der Perioden gegen die mittleren scheinbaren photographischen Größen aufträgt, so erhält man die *Form* der PLB_{II} für Cepheiden der Population II. Da aber, wie wir sahen, die mittlere absolute Größe der Haufenveränderlichen ($P < 1^d$) recht zuverlässig bekannt ist, so kennt man auch den *Nullpunkt* der PLB_{II}. Durch Zusammensetzen der einzelnen PLB_{II} von 13 Kugelhaufen hat SHAPLEY [7] eine PLB_{II} für Cepheiden der Population II gewonnen.

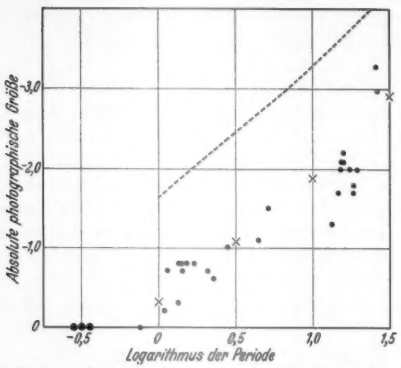


Fig. 4. Perioden-Leuchtkraft-Beziehungen für Cepheiden der Populationen I und II [7, 351]. ------ PLB_I für Cepheiden der Population I; • Bildpunkte von 25 Cepheiden in 13 Kugelhaufen (Population II); ••• symbolische Eintragung der Haufenveränderlichen; × Verlauf der SHAPLEYschen PLB. Abszisse: Dekadischer Logarithmus der Periode. Ordinate: Absolute photographische Größe.

Sie ist in Fig. 4 durch die einzelnen Punkte definiert, die zu 25 Kugelhaufen-Cepheiden mit $P > 1^d$ gehören. Wir haben in die Figur vier Punkte der alten SHAPLEYschen PLB, die zu Entfernungsbestimmungen im Weltall gedient hat, als Kreuze mit eingetragen. Wie man sieht, ist der Verlauf der neuen PLB_{II} innerhalb der Meßfehler der photographischen Größen von Veränderlichen in Kugelhaufen mit SHAPLEYs alter PLB identisch.

Weiter ist als gestrichelte Kurve nach SHAPLEY die mutmaßliche Lage der PLB_I für Cepheiden der Population I angegeben. Sie liegt gegenüber der PLB_{II} um $1^m{,}3$ nach oben verschoben. Die *Form* der Kurve — die mit SHAPLEYs alter PLB übereinstimmt — ist gut gesichert an Hand der δ Cephei-Sterne ($P > 1^d$) der MAGELLANschen Wolken. Ihr Nullpunkt ist jedoch noch um einige zehntel Größenklassen unsicher. Er beruht praktisch allein auf den Abschätzungen, die wir in Abschnitt 2 an Hand von Beobachtungen des Andromedanebels und der MAGELLANschen Wolken ausführlich besprochen haben.

[1]) *Anmerkung bei der Korrektur.* Nach Abschluß dieses Berichtes ist eine interessante Untersuchung von W. IWANOWSKA mit dem Titel „A spectrophotometric study of RR Lyrae type variables" [Stud. Soc. sci. Torunensis, Sect. A 3, Nr. 2 (1953)] erschienen. Hier wird eine Perioden-Spektrum- und eine Perioden-Leuchtkraft-Beziehung für Cepheiden der beiden Populationen abgeleitet. Es wird an Hand der Perioden-Spektrum-Beziehung gezeigt, daß auch die RR-Lyrae-Sterne zwei Gruppen bilden — entsprechend den Populationen I und II. Da aber die RR Lyrae-Sterne beider Gruppen die gleiche mittlere absolute Größe besitzen, so wird an Entfernungsbestimmungen mit Hilfe von RR Lyrae-Sternen nichts geändert.

Den Nullpunkt seiner alten PLB hat SHAPLEY [9] im Anschluß an HERTZSPRUNG aus statistischen Parallaxen von galaktischen δ Cephei-Sternen (die, wie wir heute wissen, alle zur Population I gehören) abgeleitet. Der Bestimmung statistischer Parallaxen liegt der folgende Gedanke zugrunde. Die Bewegung der Sonne in bezug auf den Schwerpunkt einer größeren Zahl von δ Cephei-Sternen muß sich in den Eigenbewegungen der Cepheiden als parallaktische Komponente widerspiegeln. Kennt man also aus den Eigenbewegungen die parallaktische Komponente (in Bogensekunden pro Jahrhundert) und aus den Radialgeschwindigkeiten die Geschwindigkeit der Sonne relativ zum Schwerpunkt der Sterngruppe (in km/sec), so läßt sich nach einfachen Formeln die *mittlere* Entfernung der Sterne der Gruppe gewinnen. R. E. WILSON [2] konnte in einer Arbeit aus dem Jahr 1939 Eigenbewegungen und Radialgeschwindigkeiten von 55 galaktischen Haufenveränderlichen und 86 galaktischen δ Cephei-Sternen benutzen, um mittlere Parallaxen der beiden Sterngruppen abzuleiten. In der folgenden Tabelle 1 haben wir WILSONs Ergebnisse zusammengestellt. Dabei bedeuten $\overline{\log P}$ den Mittelwert der Logarithmen der Perioden der Veränderlichen, $\bar{v}$ die mittlere parallaktische Eigenbewegung in

Tabelle 1.

Sterngruppe	Haufenveränderliche (Population II)	δ Cephei-Sterne (Population I)
$\overline{\log P}$	$-0{,}32$	$+0{,}89$
$\bar{v}$	$+1{,}39 \pm 0{,}26$	$+0{,}59 \pm 10$
$V_\odot$	119 km/sec	28 km/sec
ΔM	$-0^m{,}35$	$+0^m{,}37$

Bogensekunden pro Jahrhundert, $V_\odot$ die Geschwindigkeit der Sonne relativ zum Schwerpunkt der Sterngruppe und ΔM die Korrektion des SHAPLEYschen Nullpunkts der PLB, die sich aus dem Material ergibt. Da die Korrektion bei den beiden Gruppen die gleiche Größe, aber entgegengesetztes Vorzeichen besitzt, hat man bis vor kurzem nicht gezögert, die SHAPLEYsche PLB ohne weitere Nullpunktskorrektion für beide Sterngruppen weiter zu verwenden. Heute müssen wir schließen, daß das ΔM, das aus den Bewegungen der δ Cephei-Sterne folgt, offenbar wegen der außerordentlich kleinen Eigenbewegungen der galaktischen δ Cephei-Sterne und wegen der Schwierigkeiten, die eine korrekte Berücksichtigung der interstellaren Absorption gerade bei diesen der Milchstraßenebene so nahe stehenden Sternen bietet, kein Vertrauen verdient. Dagegen dürfte die Bestimmung der mittleren absoluten Größe der Haufenveränderlichen mit Hilfe der wesentlich größeren Bewegungen dieser Sterne, die außerdem im Mittel in viel größeren galaktischen Breiten vorkommen, wo die interstellare Absorption keine so entscheidende Rolle mehr spielt, ziemlich zuverlässig sein.

1944 hat MINEUR [10] eine Nullpunktskorrektion für SHAPLEYs PLB abgeleitet. Er benutzte dabei praktisch das gleiche Beobachtungsmaterial wie R. E. WILSON, jedoch eine wesentlich andere Reduktionsmethode, die es gestattete, nicht nur die Nullpunktskorrektion, sondern gleichzeitig eine Korrektion für den angenommenen Durchschnittsbetrag der interstellaren Absorption zu ermitteln. Aus dem Beobachtungsmaterial für die galaktischen Haufenveränderlichen fand

MINEUR [*11*] die Nullpunktskorrektion $\Delta M = -0^m{,}32$, und aus dem Material für die galaktischen δ Cepheï-Sterne $\Delta M = -1^m{,}54$. In seiner Arbeit [*10*] vom Jahr 1944 (vor BAADES Entdeckung der beiden Sternpopulationen) hat MINEUR allerdings diese beiden Werte zu einem gemeinsamen Mittelwert vereinigt. Tut man dies nicht [*11*], so gibt die Differenz der beiden Korrektionen die Ordinatenverschiebung der PLB_I für Cepheiden der Population I gegenüber der PLB_{II} für Cepheiden der Population II. Es ist bemerkenswert, daß diese Differenz von $1^m{,}2$ sowohl dem Betrag nach als auch dem Vorzeichen nach gut zu den in Abschnitt 2 besprochenen Abschätzungen paßt. Es scheint daher nicht ausgeschlossen, daß man an Hand der MINEURschen Methode — vor allem wenn noch zuverlässigere Eigenbewegungen von galaktischen Haufenveränderlichen und δ Cephei-Sternen gemessen worden sind — einmal die Ordinaten der PLB_I und der PLB_{II} an Hand galaktischer Cepheiden wird eichen können. Jedoch dürfte, nach den vorläufigen Ergebnissen von THACKERAY, zunächst eine Ausdehnung der photometrischen Untersuchung von Haufenveränderlichen und δ Cephei-Sternen in den MAGELLANschen Wolken erfolgversprechender sein.

5. Folgen der Revision der absoluten Größen der klassischen δ Cephei-Sterne ($P > 1^d$) (Cepheiden der Population I).

Eine unmittelbare Folge dieser Revision ist natürlich eine Vergrößerung der Entfernung der einzelnen galaktischen δ Cephei-Sterne, soweit sie zur Population I gehören. Nun hat aber JOY [*12*] aus den Radialgeschwindigkeiten dieser Cepheiden und unter Verwendung von SHAPLEYS PLB die OORTsche Rotationskonstante $A = 20{,}9 \frac{\text{km/sec}}{\text{kps}}$ abgeleitet[1]) und die Entfernung der Sonne vom Zentrum des Milchstraßensystems abgeschätzt. Diese Werte galten bisher als besonders zuverlässig, und man sollte zunächst meinen, daß sich durch die Revision der absoluten Größen der galaktischen δ Cephei-Sterne JOYS Ergebnisse wesentlich ändern. In der Tat wäre dies richtig, wenn keine interstellare Absorption des Lichts vorhanden wäre. Dann wären die aus SHAPLEYS PLB gewonnenen Entfernungen der Cepheiden infolge der Nullpunktskorrektion von $\Delta M = -1^m{,}5$ zu verdoppeln, ebenso der Abstand Sonne—Zentrum, während der Wert der OORTschen Konstanten A zu halbieren wäre. Da aber die δ Cephei-Sterne alle sehr nahe in der Milchstraßenebene liegen, darf man die Wirkung der interstellaren Absorption auf ihre scheinbaren Größen nicht vernachlässigen. JOY hat summarisch mit einer Absorption von $0^m{,}85$ pro Kiloparsec, also von $a = 0^m{,}00085$ pro Parsec, gerechnet. An die Stelle von Gl. (1) tritt nun die Beziehung

$$M = m - a \cdot r + 5 - 5 \log r, \qquad (1\text{a})$$

aus der bei bekannten M, m und a die Entfernung r in Parsec gewonnen werden kann[2]). In der folgenden Tabelle 2 haben wir zusammengestellt, wie sich eine angenommene Entfernung r_0 eines δ Cephei Sterns ändert, wenn man — unter Zugrundelegung einer interstellaren Absorption von $0^m{,}85$ pro Kiloparsec — die absolute Größe M_0 des δ Cephei-Sterns um $-1^m{,}5$ ändert. Die neuen Entfernungen sind unter r angegeben. Wie man sieht, werden infolge der interstellaren Absorption durch eine Änderung des Nullpunkts der PLB um $-1^m{,}5$ die Entfernungen der

Tabelle 2.

r_0	$m - M_0$	$m - M$	r
500 ps	$8^m{,}9$	$10^m{,}4$	880 ps
1000	10,8	12,3	1600
2000	13,2	14,7	2900
4000	16,4	17,9	5200

galaktischen δ Cephei-Sterne keineswegs verdoppelt. Da aber die interstellare Absorption auch noch etwas stärker sein kann, so sieht man, daß durch die Revision des Nullpunkts der PLB keine ernstlichen Widersprüche zu den bisherigen Ergebnissen über die differentielle Rotation der Milchstraße und die Entfernung der Sonne vom Zentrum auftreten werden.

Wir wollen nun kurz zusammenstellen, welche Konsequenzen die neueren Untersuchungen über die Aufspaltung der SHAPLEYschen PLB in eine PLB_I für Cepheiden der Population I und eine PLB_{II} für solche der Population II haben.

1. Die Entfernungen der galaktischen Kugelhaufen, die mit Hilfe der Haufenveränderlichen bestimmt sind, bleiben ungeändert.

2. Die Dimension unseres Milchstraßensystems, die am sichersten durch die räumliche Verteilung der Kugelhaufen festgelegt ist, bleibt ungeändert. Ebenso kann man im wesentlichen an der OORTschen Rotationskonstanten A, die ja nicht nur auf Beobachtungen an δ Cephei-Sternen beruht, festhalten.

3. Die Entfernung der Spiralnebel wird praktisch verdoppelt, weil hier die interstellare Absorption keine entscheidende Rolle spielt.

4. Die Dimension der Spiralnebel wird ebenfalls verdoppelt. Während auf Grund der alten Entfernungen die Größe des Andromedanebels nur knapp an die Größe des Milchstraßensystems heranreicht [*13*], übertrifft dieser Nebel nun deutlich die Ausdehnung unserer Milchstraße. Diese besitzt also nicht mehr eine Ausnahmestellung als Riesensternsystem.

5. Durch die Verdoppelung der Entfernungen der extragalaktischen Nebel wird die HUBBLEsche Expansionskonstante halbiert. Das „Expansionsalter" des Weltalls[3]) wird dadurch verdoppelt und beträgt nunmehr etwa 3,6 Milliarden Jahre. Es steht dadurch in wesentlich besserem Einklang mit dem Alter der Erde aus geologischen Daten.

6. Ein neues Problem der theoretischen Astrophysik ist durch die Aufspaltung der einheitlichen SHAPLEYschen PLB in die beiden getrennten PLB für Cepheiden der Populationen I und II entstanden. Was man heute mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit sagen kann, ist, daß die Sterne der Population II älter sind als die Sterne der Population I. Die Existenz zweier verschiedener PLB mag daher mit der

[1]) Zur Definition der OORTschen Rotationskonstanten vgl. z. B. W. FRICKE, Naturwiss. **38**, 438 (1951).

[2]) Dazu verwendet man zweckmäßig das von STRASSL entworfene Nomogramm in Landolt-Börnstein Bd. 3, S. 177 (1952).

[3]) G. C. McVITTIE hat darauf aufmerksam gemacht [Astronom. Journ. **58**, 129 (1953)], daß man vom Standpunkt der allgemeinen Relativitätstheorie nicht ohne weiteres aus der HUBBLEschen Konstanten ein Alter der Welt ableiten kann.

Verschiedenheit der Energieerzeugungsprozesse in den Veränderlichen der beiden Populationen zusammenhängen.

Es sind noch langwierige und sorgfältige photometrische Messungen an lichtschwachen Sternen notwendig, bevor die neue Entfernungsskala im Universum zuverlässig bestimmt ist. Auch müssen zuerst noch die Untersuchungen der PLB vor allem an Veränderlichen der MAGELLANschen Wolken fortgesetzt werden. Bei dem großen astronomischen Interesse, das dem hier behandelten Problemkreis zukommt, besteht immer die Gefahr, daß aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial zu frühzeitig weitreichende Schlußfolgerungen gezogen werden. Wenn auch für endgültige Aussagen noch weitere photometrische Messungen abgewartet werden müssen, so haben wir doch die begründete Hoffnung, auf dem richtigen Weg zu sein.

Literatur.

Vgl. zu diesem Thema auch den Bericht von O. STRUVE „The Distance Scale of the Universe" in Sky and Telescope **12**, 203, 238 (1953).

[*1*] SHAPLEY, H.: Star Clusters, Harvard Obs. Monographs Nr. 2, Kap. 10. New York: McGraw Hill Book Cy 1930 und BRUGGENCATE, P. TEN: Ergebn. exakt. Naturwiss. **10**, 15 (1931). — [*2*] WILSON, R. E.: Astrophysic. J. **89**, 218 (1939). — [*3*] HUBBLE, E.: Astrophysic. J. **69**, 103 (1929). — [*4*] HUBBLE, E.: Astrophysic. J. **76**, 44 (1932). — [*5*] SANDAGE, A. R.: Astronom. J. **58**, 61 (1953). — [*6*] BAADE, W.: Astrophysic. J. **100**, 137 (1944). Siehe auch BRUGGENCATE, P. TEN: Naturwiss. **39**, 121 (1952). — [*7*] SHAPLEY, H.: Proc. Nat. Acad. Sci. **39**, 349 (1953). — [*8*] SHAPLEY, H.: Proc. Amer. Philos. Soc. **93**, 40 (1949). — [*9*] BRUGGENCATE, P. TEN: Sternhaufen, S. 10f. Berlin: Springer 1927. — [*10*] MINEUR, H.: Ann. d'Astrophys. **7**, 160 (1944). — [*11*] MINEUR, H.: C. R. hebd. Séances Acad. Sci. **235**, 1607 (1952). — [*12*] JOY, A. H.: Astrophysic. J. **89**, 356 (1939). — [*13*] BRUGGENCATE, P. TEN: Naturwiss. **39**, 121 (1952) insbesondere § 2.

Universitäts-Sternwarte Göttingen.

Eingegangen am 18. September 1953.

Prinzip und Bedeutung der papierchromatographischen Methode.

Von H. HELLMANN und P. KARLSON, Tübingen.

Das papierchromatographische Verfahren hat sich in den Laboratorien der chemischen und biologischen Forschungsinstitute, der Kliniken und der Industrie mit einer erstaunlichen Schnelligkeit eingebürgert, wie dies wohl noch nie zuvor einer anderen Methode möglich war. Die Gründe hierfür sind die Leistungsfähigkeit der Methode, die Einfachheit der Durchführung und die Billigkeit der Apparatur.

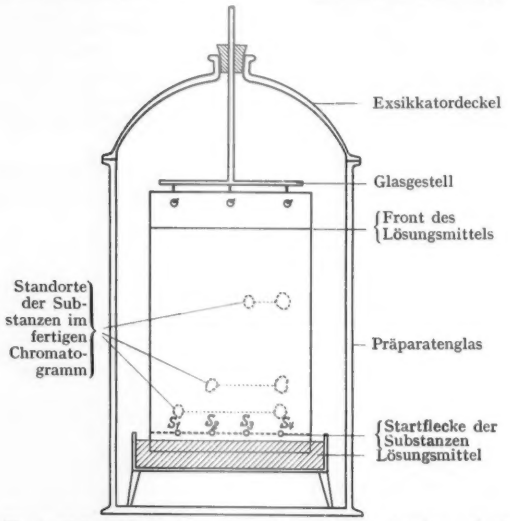


Fig. 1. Schematische Darstellung einer eindimensionalen aufsteigenden Papierchromatographie. S_1—S_3 Startpunkte, in denen jeweils nur eine Substanz aufgetragen wurde, S_4 Startpunkt, in welchem ein Gemisch der in S_1—S_3 aufgetragenen Substanzen aufgebracht wurde.

In dem vorliegenden Aufsatz wird auf Wunsch der Redaktion eine kurze Darstellung [*1*] des papierchromatographischen Prinzips, des Anwendungsbereiches der Methode sowie der bedeutendsten hiermit erzielten Ergebnisse gegeben, um dem Nichtfachmann einen Begriff von diesem Forschungsinstrument zu vermitteln. Der Bericht stellt lediglich eine kurze Zusammenfassung dar, welche dem Eingeweihten nichts Neues bietet.

Die Papierchromatographie ist eine ausgesprochene Mikromethode, die sich zum qualitativen und halbquantitativen *Nachweis* chemischer Substanzen in Mengen bis herab zu einigen Mikrogrammen eignet. Gleichzeitig gestattet sie die *Trennung* zahlreicher chemisch sehr nahe verwandter, wasserlöslicher Stoffe. Damit ist die Papierchromatographie die ideale Methode zur Analyse von biologischen Flüssigkeiten (Harn, Serum, Gewebsextrakte, Pflanzensäfte, Nährböden) und von Hydrolysaten hochmolekularer Verbindungen (Eiweißstoffe, Polysaccharide, Nucleinsäuren).

Die praktische Durchführung.

Zur papierchromatographischen Analyse eines Gemisches, beispielsweise von Aminosäuren, wird eine Probe des Gemisches in gelöster Form mit einer Kapillare am Startpunkt S (Fig. 1) an einem Ende eines Filtrierpapierstreifens aufgetragen, so daß ein höchstens pfenniggroßer Fleck entsteht. Die Konzentration soll so gehalten sein, daß jede nachzuweisende Komponente sich in dem aufgetragenen Fleck in einer Menge von etwa 10 μg befindet. Die Art des zum Aufbringen verwendeten Lösungsmittels ist gleichgültig, da der Fleck in jedem Fall vor Beginn der Papierchromatographie durch Verdunsten des Lösungsmittels eingetrocknet wird. Der Papierstreifen wird nun im Chromatographiergefäß derart aufgehängt, daß er mit der unteren Kante, in deren Nähe sich der Substanzfleck befindet, etwa 1 cm tief in das Chromatographierlösungsmittel eintaucht; keinesfalls aber darf der Substanzfleck miteintauchen. Durch die Kapillarkräfte wird das Chromatographierlösungsmittel angesaugt und steigt im Streifen aufwärts. Die Steiggeschwindigkeit ist von der Papiersorte und dem Lösungsmittelsystem abhängig. Durchschnittlich erreicht die Lösungsmittelfront in 10 Std ungefähr eine Steighöhe von 25 bis 30 cm. Gleich zu Beginn passiert das

Lösungsmittel den Substanzfleck und nimmt aus ihm die Stoffe mit, und zwar die einzelnen Komponenten des Gemisches verschieden weit, wodurch eine Auftrennung erfolgt. Bei gefärbten Substanzen kann man diesen Vorgang direkt beobachten.

Die Wanderungsstrecke, die eine Substanz in einem bestimmten Lösungsmittelsystem zurücklegt, wird auf die Wanderungsstrecke der Lösungsmittelfront als Einheit bezogen; das ist der sog. R_f-Wert:

$$R_f = \frac{\text{Wanderungsstrecke der Substanz}}{\text{Wanderungsstrecke der Lösungsmittelfront}}.$$

Er kann neben anderen physikalischen Konstanten, wie Schmelzpunkt, Brechungsindex, spez. Gewicht, zur Charakterisierung einer Substanz dienen.

Reproduzierbare Chromatogramme sind nur zu erzielen, wenn man dieselbe Papiersorte verwendet, das gleiche Lösungsmittelsystem benutzt, und wenn man die Chromatographie in einem abgeschlossenen Gefäß vornimmt. Die Methode ist jetzt so weit durchentwickelt, daß diese Vorsichtsmaßregeln leicht einzuhalten sind.

Für papierchromatographische Zwecke eignen sich nur auf Lintersbasis[1]) hergestellte *Filterpapiere.* Am meisten werden heute das englische WHATMAN-Papier Nr. 1 und die deutschen SCHLEICHER und SCHÜLL-Papiere Nr. 2043 und 2045 verwendet.

Als *Lösungsmittelsysteme* haben sich einige wasserhaltige organische Lösungsmittel bewährt; wassergesättigtes Phenol, Butanol, Collidin mit verschiedenen organischen Zusätzen werden am meisten verwendet.

An *Chromatographiergefäßen* ist vom Einmachglas bis zur teuersten Sonderkonstruktion aus Spezialstahl alles empfohlen worden. Viele Behelfsapparaturen ermöglichen ein einwandfreies Arbeiten. Entscheidend ist die Dichtigkeit des Gerätes, damit eine Veränderung des Lösungsmittelsystems durch Abdunsten verhindert wird. Wir bevorzugen Präparatengläser mit aufgeschliffenem tubuliertem Exsikkatordeckel, wie Fig. 1 im Querschnitt zeigt [*2*].

Nach erfolgter Chromatographie und Trocknung des Papiers muß das entstandene Chromatogramm sichtbar gemacht werden; denn in den meisten Fällen wird man es mit farblosen Substanzen zu tun haben, deren Standort nicht ohne weiteres erkennbar ist. Bei Substanzen, die bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht fluoreszieren, genügt eine Betrachtung des Papierchromatogramms in UV-Licht. Die am meisten verwendete Methode zur *Sichtbarmachung des Papyrogramms* ist die Durchführung von spezifischen Farbreaktionen direkt auf dem Papier. Dazu wird das Papier entweder in die Lösung des Farbreagens hineingelegt oder — noch einfacher — mit dem Reagens durch einen Parfümzerstäuber besprüht und gegebenfalls im Trockenschrank auf die erforderliche Temperatur gebracht. So geben Aminosäuren ihren Standort nach dem Besprühen mit wäßrig-butanolischer Ninhydrinlösung zu erkennen, reduzierende Substanzen nach gleicher Behandlung mit ammoniakalischer Silbernitratlösung, Phenole und Amine durch Kuppeln zu Azofarbstoffen usw. Handelt es sich um Substanzen, welche im UV-Licht absorbieren wie z. B. die Nucleinbasen, so kann man im UV-Licht einen photographischen Abzug des Chromatogramms herstellen, indem man das Originalchromatogramm als „Film" verwendet. Radioaktive Substanzen lassen sich mit dem GEIGER-MÜLLER-Zähler finden, Antibiotika durch Auflegen des Chromatogramms auf eine beimpfte Agar-Platte, wobei sich die Positionen der antibiotisch wirksamen Stoffe als von Mikroorganismen freie Höfe abzeichnen.

R_f-Wert und spezifische Farbreaktionen werden in einfach gelagerten Fällen zur Analyse ausreichen. Zur Sicherung des R_f-Wertes chromatographiert man jedoch meistens bekannte Substanzen auf demselben Streifen mit, um so eine Möglichkeit zum unmittelbaren Vergleich der R_f-Werte von bekannten und unbekannten Substanzen zu haben. Sind noch weitere Maßnahmen zur Identifizierung erforderlich, so müssen die Substanzen aus dem Chromatogramm eluiert werden. Da das Eluat eines einzigen Fleckes für weitere Untersuchungen häufig nicht ausreichen wird, trägt man zur Chromatographie nicht nur einen Startpunkt auf, sondern man bringt auf der Startlinie einen Substanzstreifen auf, so daß später an Stelle des fleckigen Papierchromatogramms ein streifiges Chromatogramm entsteht. Die Streifen werden ausgeschnitten, nachdem man ihre Positionen nach einem der oben angegebenen Verfahren an einem Teilstück ermittelt hat, und dann mit einem geeigneten Lösungsmittel eluiert. Ein solches Eluat kann z. B. für die Messung des UV-Absorptionsspektrums eingesetzt werden.

Bei komplizierteren Substanzgemischen muß man damit rechnen, daß mit dem *eindimensionalen* Papierchromatogramm, wie es oben beschrieben wurde, keine vollständige Auftrennung erreicht wird, sondern daß sich noch mehrere Substanzen in einem Fleck vereinigt finden oder daß sich zwei Flecke überlappen. In diesen Fällen empfiehlt sich die Anwendung der *zweidimensionalen* Papierchromatographie. Zu ihrer Durchführung wird das Substanzgemisch nicht, wie oben beschrieben, auf einen Papierstreifen, sondern in einer Ecke eines ganzen Filtrierpapierbogens aufgetragen. Es wird zunächst eindimensional entwickelt, wobei das eindimensionale Chromatogramm senkrecht über dem Startpunkt dicht neben einer Kante entsteht. Nach dem Trocknen des Bogens wird in einem *anderen* Lösungsmittelsystem abermals chromatographiert, und zwar nach Drehen des Bogens um 90°, so daß das bei der ersten Chromatographie gewonnene Chromatogramm als Startlinie nach unten kommt. Die Substanzen, die sich in dem zuerst verwendeten Lösungsmittelsystem nicht getrennt haben, werden dies meistens in dem zweiten System tun. Man erhält so eine „Landkarte", die allerdings nur mit Hilfe von gleichzeitig hergestellten Vergleichschromatogrammen mit bekannten Substanzen zuverlässig entschlüsselt werden kann.

Die hier beschriebene Technik, bei welcher das Papier mit der unteren Kante in das Chromatographierlösungsmittel eintaucht und das Lösungsmittel von unten angesaugt wird, wird als *„aufsteigende Papierchromatographie"* bezeichnet. Sie ist apparativ einfacher und bequemer durchzuführen als die *„absteigende Papierchromatographie"*, an der das Verfahren im Jahre 1944 zuerst von den englischen Chemikern CONSDON, GORDON und MARTIN[2]) entwickelt wurde.

[1]) Unter Linters versteht man die kurzfaserigen Abfälle, die beim Entkernen der Baumwolle entstehen.

[2]) Zur geschichtlichen Entwicklung der Papierchromatographie sei auf die in dieser Zeitschrift [Naturwiss. **40**, 1 (1953)] erschienene Abhandlung von H. WEIL und T. I. WILLIAMS verwiesen.

Bei dieser Technik taucht die obere Kante des Papiers in das Lösungsmittel ein, so daß das Lösungsmittel über das als Heber wirkende Papier herabsteigt. In den meisten Laboratorien bedient man sich heute der aufsteigenden Methode.

In letzter Zeit wird die *Rundfilter-Technik* vielerorts angewendet, besonders dort, wo es darum geht, *schnell* ein orientierendes Bild von der Zusammensetzung eines Gemisches zu bekommen, wie z.B. bei der Kontrolle chemisch-technischer Prozesse in der Farbstoffindustrie. Bei dieser Technik wird der Startpunkt in die Mitte des Rundfilters gesetzt und das Lösungsmittel der Filtermitte zugeführt, und zwar entweder durch eine auf das Filter aufgesetzte Kapillare oder durch einen schmalen Filtrierpapierstreifen, welcher von der Mitte des waagerechten Rundfilters senkrecht in das Lösungsmittelgemisch herabführt; der Zuführungsstreifen kann in das Filter hineingesteckt werden, kann aber auch durch zwei parallele Einschnitte vom Filterrand zur Mitte erzeugt und dann im rechten Winkel nach unten abgebogen werden. Man arbeitet bei dieser Anordnung zweckmäßigerweise in einem Exsikkator, wobei man das Rundfilter auf den Schliffrand legt und es mit dem aufgelegten Exsikkatordeckel festklemmt. Durch einen Tubus im Deckel kann die lösungsmittelzuführende Kapillare gehalten werden. Die Rundfilter-Technik bietet den Vorteil der schnellen Entwicklung — das Chromatogramm ist nach 1 bis 2 Std fertig — und der großen Trennschärfe. Man bekommt hierbei naturgemäß ein Chromatogramm, welches nicht aus Flecken, sondern aus konzentrischen Ringen besteht; wegen der Konzentrationsabnahme der Substanzen in den Ringen mit fortschreitender Ausweitung werden die Ringe sehr schmal, so daß auch zwei nahe beieinander liegende sich nicht überlappen.

Theorie der Papierchromatographie.

Man könnte vermuten, daß ein Verfahren wie die Papierchromatographie, das so einfach durchführbar ist und so sinnfällige, klare Ergebnisse liefert, auf einem sehr simplen, leicht zu durchschauenden Mechanismus beruhe. Bis jetzt besteht jedoch über die für die Stofftrennung verantwortlichen Vorgänge noch keine einheitliche Auffassung[1]).

CONSDEN, GORDON und MARTIN [*3*], die Entdecker der Papierchromatographie, haben die Ausbildung des Chromatogramms, d.h. die Wanderung der Substanzen mit dem Lösungsmittelstrom unter Ausbildung diskreter Flecke, als *Verteilungsvorgang* aufgefaßt, wie er dem „Ausschütteln" (Ausäthern) zugrunde liegt. Auch das Ausschütteln kann zur Trennung von Stoffen dienen, besonders wenn es nach einem bestimmten Prinzip sehr oft wiederholt wird. Die *Gegenstromverteilung* [*4*], die nach diesem Prinzip arbeitet, hat sich zur Auftrennung von Stoffgemischen sehr bewährt und bildet als Makromethode eine gute Ergänzung zur Papierchromatographie.

Die Verteilung spielt sich zwischen zwei nicht mischbaren Lösungsmitteln (Phasen) ab; im Falle der Papierchromatographie ist das eine Lösungsmittel Wasser, das in den Hohlräumen des Papiers festgehalten wird, die zweite Phase ist das aufsteigende Lösungsmittelgemisch. Der Verteilungsvorgang gehorcht (im Idealfall) dem NERNSTschen Verteilungssatz (das Verhältnis der Konzentrationen eines Stoffes in beiden Phasen ist gleich einer Konstanten, dem Verteilungskoeffizienten), und das Verhalten einer Verbindung beim Ausschütteln und bei der Gegenstromverteilung läßt sich sehr genau vorausberechnen [*5*]. Bei der Papierchromatographie wiederholt sich der Verteilungsvorgang kontinuierlich; dadurch wird die Berechnung kompliziert. MARTIN und SYNGE [*6*] haben in Anlehnung an die Theorie der fraktionierten Destillation (bei der, ebenfalls kontinuierlich, ein Gleichgewicht zwischen Dampfstrom und Flüssigkeitsphase eingestellt wird) die R_f-Werte einiger Substanzen vorausberechnet und Übereinstimmung mit experimentell ermittelten Werten gefunden — eine schöne Bestätigung.

Die Auffassung, daß die Papierchromatographie ein reines Verteilungsverfahren zwischen zwei nicht mischbaren Lösungsmitteln sei, wobei eine Phase von einem *inerten* Träger festgehalten wird, ist nur in erster Näherung richtig. Sie ist von HANES und ISHERWOOD [*7*] verfeinert worden durch die Annahme, daß als stationäre Phase ein Cellulose–Wasser-Komplex wirksam ist. In diesem Komplex soll das Wasser in einem bestimmten Ordnungszustand vorliegen und sich damit vom „freien Wasser" unterscheiden. Der Komplex kann entweder weitere hydrophile Verbindungen zusätzlich einlagern oder gegen Wassermolekeln austauschen; es kommt zu einem Gleichgewicht zwischen der Konzentration in der mobilen und in der festen Phase, das bestimmend für die Trennung ist. Ob dies ein Verteilungs- oder ein Adsorptionsvorgang ist, wird offen gelassen. Die Vorstellung von HANES und ISHERWOOD erklärt auch die Papierchromatographie mit Lösungsmitteln, die mit Wasser mischbar sind, bei denen also keine NERNSTsche Verteilung stattfinden kann.

Durch neuere Untersuchungen von HORNER und Mitarbeitern [*8*] ist die Existenz des Cellulose–Wasser-Komplexes nachgewiesen worden. Die Autoren konnten zeigen, daß das Papier dem aufsteigenden Lösungsmittel (z.B. wassergesättigtem Butanol) Wasser entzieht. Aber auch die organischen Lösungsmittel können an die Cellulose gebunden werden (besonders leicht Phenol und Isopropanol); es entsteht demnach ein ternärer Komplex aus Cellulose + Wasser + organischem Solvens, dem die mobile Phase gegenübersteht. Zwischen diesen beiden Phasen spielt sich die Verteilung der Substanz ab, die zur Ausbildung diskreter Flecken führt. Mit zunehmendem Wassergehalt der mobilen Phase steigt der R_f-Wert, und die Trennwirkung nimmt ab — offenbar weil die jetzt hydrophilen Substanzen bevorzugt in die mobile Phase gehen und die Unterschiede im Verteilungsverhalten sich verwischen.

Eine Mitwirkung von Adsorptionskräften glaubt HORNER ausschließen zu können, desgleichen Ionenaustauschvorgänge. Nur bei besonders vorbehandeltem Papier wird der Ionenaustausch bestimmend [*9*], [*10*]. Die Beteiligung von Adsorptionsvorgängen am nichtbehandelten Papier in dem Sinne, daß die Stoffe an aktiven Zentren des festen Adsorbens fixiert werden, ist nach HORNER unwahrscheinlich, weil die Celluloseoberfläche bevorzugt vom Wasser besetzt wird und

[1]) Die hier nur auszugsweise wiedergegebenen Auffassungen vom papierchromatographischen Mechanismus sind in einer kürzlich von L. HORNER, W. EMRICH und A. KIRSCHNER [Z. Elektrochem. **56**, 987 (1952)] herausgegebenen Arbeit kritisch behandelt.

das Substrat bei der normalen Papierchromatographie stark solvatisiert ist.

Anwendungsbereich und Bedeutung der Methode.

Wie schon eingangs erwähnt und wie aus der Verwendung wasserhaltiger Lösungsmittelsysteme leicht erklärlich, kommen für die papierchromatographische Analyse in erster Linie Gemische von *hydrophilen Substanzen* in Frage. Die Methode hat bisher vornehmlich zur Analyse von Gemischen aus folgenden Stoffklassen gedient: Aminosäuren, Peptide, Proteine, Zucker, Purine, Nucleinsäuren, Pterine, Alkaloide, Antibiotika, Phenole, Amine, höhere Alkohole, Flavone, Anthocyane, organische Säuren, Steroide, technische Farbstoffe und anorganische Ionen.

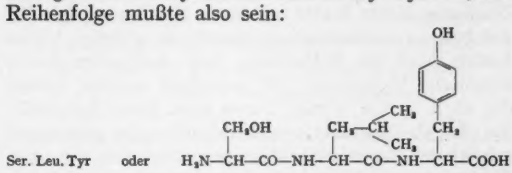
Gerade hierin liegt die große Bedeutung des Verfahrens, denn zu den hydrophilen organischen Verbindungen gehören die Hydrolysenprodukte der biologisch wichtigen hochmolekularen Verbindungen, der Proteine, Polysaccharide und Nucleinsäuren. Deshalb stehen die Aminosäuren, die Zucker und die Purin- und Pyrimidinbasen in neuerer Zeit im Brennpunkt des biochemischen Interesses.

Greifen wir als Beispiel die Eiweißstoffe heraus: Ihre Erforschung war von Anfang an ein methodisches Problem. Ob es sich um ihre Isolierung aus ihrem natürlichen Milieu, um ihre Reindarstellung, den Beweis ihrer Einheitlichkeit, die Bestimmung ihres Molekulargewichtes, ihrer Molekelgestalt und ihrer Bausteine handelte — überall bedurfte es neuer Methoden wie z.B. Adsorptionsverfahren, Ultrazentrifugierung, Elektrophorese, Elektronenmikroskopie, Säulenchromatographie, mikrobiologischer Aminosäure-Bestimmungsverfahren usw., weil die üblichen Methoden der organischen Chemie hier versagten. Die Tatsache, daß in neuerer Zeit zahlreiche Eiweißstoffe rein dargestellt oder gar kristallisiert erhalten wurden, daß ihre Molekulargewichte, ihre Molekelgestalt und die Art und Zahl der an ihrem Aufbau beteiligten Aminosäurereste ermittelt wurde, zeigt, welche Schwierigkeiten die Eiweißforschung bis zu diesem Punkt bereits überwunden hat. Die größte Schwierigkeit steht ihr jedoch noch bevor, nämlich die Feststellung der Reihenfolge der einzelnen Aminosäurereste längs der Polypeptidketten in der Eiweißmolekel. Bei der Lösung dieses Problems, welches erstmals am Beispiel des Proteohormons Insulin von SANGER [*11*] erfolgreich in Angriff genommen wurde, hat die Papierchromatographie eine entscheidende Rolle gespielt. Das wesentliche der SANGERschen Arbeiten soll hier mit ein paar Sätzen wiedergegeben werden, da sie besonders geeignet sind, um zu demonstrieren, daß die Entwicklung des papierchromatographischen Verfahrens in der Tat einen wesentlichen Fortschritt für die biochemische Forschung bedeutet hat.

Das Insulin, das Hormon der Bauchspeicheldrüse, ist der einzige Eiweißstoff, für den man heute eine Strukturformel im Sinne der klassischen Chemie angeben kann. Bei seiner *Konstitutionsermittelung* war neben der Methode der Papierchromatographie eine chemische Reaktion, die Endgruppenmarkierung mittels Dinitrofluorbenzol [*12*], von besonderer Bedeutung.

Dinitrofluorbenzol reagiert mit freien Aminogruppen zu Dinitrophenyl-Aminen; aus Peptiden entstehen Dinitrophenyl-(=DNP-)-peptide, die am Aminoende den aromatischen Rest tragen. Dieser Rest ist stabil gegen Hydrolyse; man erhält die endständige Aminosäure in Form ihres DNP-Derivats, das leicht von den anderen Aminosäuren zu unterscheiden und abzutrennen ist.

Setzt man Insulin selbst in dieser Weise um, so erhält man nach Hydrolyse des Umsetzungsprodukts neben freien Aminosäuren DNP-Phenylalanin und DNP-Glycin [*13*]. Diese Aminosäuren bilden also das Ende je einer Peptidkette; beide Ketten sind im Insulin zweimal vertreten. Die Grundidee von SANGER, die zur Aufklärung der Aminosäurefolge führte, bestand darin, eine Partialhydrolyse durchzuführen, die dabei entstehenden Peptide zu trennen und einzeln aufzuklären und aus den jetzt bekannten Bausteinen die Formel zusammenzusetzen. Die Trennung der Peptide ist eine schwierige Aufgabe, denn sie sind zahlreich, einander sehr ähnlich und liegen nur in geringer Menge vor. Sie gelang papierchromatographisch (nach einer Vorfraktionierung), und jedes Peptid konnte in einem bestimmten Fleck lokalisiert werden. Jetzt mußte jedes Peptid herausgelöst und in seiner Struktur aufgeklärt werden, indem die endständige Aminosäure mit Dinitrofluorbenzol umgesetzt und nach Totalhydrolyse identifiziert wurde, wieder durch die Lage dieses Flecks im Papierchromatogramm. Außerdem lieferte dieses Chromatogramm die übrigen Aminosäuren, die in dem Peptid vorlagen. Ihre Reihenfolge wurde durch Partialhydrolyse geklärt; bestand das zunächst isolierte Peptid aus den drei Aminosäuren: Leucin, Serin und Tyrosin, so konnte man nach Hydrolyse ein Gemisch aus Aminosäuren und Dipeptiden (neben unhydrolysiertem Tripeptid) erwarten. Tatsächlich fand SANGER auf seinen Chromatogrammen Seryl-Leucin und Leucyl-Tyrosin; die Reihenfolge mußte also sein:



In dieser Weise wurden zahlreiche Peptide aufgeklärt, die als hydrolytische Spaltprodukte auftraten. Dabei wurden die verschiedensten Hydrolysemethoden (Säure, Trypsin, Pepsin) angewendet, die jeweils an verschiedenen Stellen angreifen; die Bruchstücke überlappten sich, so daß erkennbar war, wie sie zusammengehörten.

Das Zusammensetzen der Formel gleicht einem Puzzlespiel, das viel Scharfsinn erfordert; wo verschiedene Möglichkeiten gleichberechtigt schienen, mußte durch neue Hydrolyse und Papierchromatographien die Entscheidung gesucht werden. Als Ergebnis mehrerer tausend Papierchromatogramme läßt sich heute die Insulinformel aufstellen. Bemerkenswert ist daran, daß die von BERGMANN [*14*] vermutete Regelmäßigkeit nicht aufgefunden wurde.

Ein zweites Problem, das durch die Papierchromatographie entscheidend gefördert wurde, ist der Verlauf der Photosynthese; er mag hier als ein Beispiel für viele ähnliche *Stoffwechseluntersuchungen* stehen und die Kombination der Papierchromatographie mit der Isotopenmethode erläutern. Durch Zufuhr von

radioaktivem $^{14}CO_2$ produzieren die Pflanzen radioaktive Kohlenhydrate; dabei werden natürlich auch die Zwischenstufen radioaktiv. Schon nach einigen Minuten sind zahlreiche Verbindungen markiert. Ihre Trennung mit den klassischen Methoden wäre äußerst mühsam, wenn nicht unmöglich, zumal wieder sehr geringe Mengen vorliegen (entsprechend der geringen Zeit, die die Pflanzen für ihre Synthesen zur Verfügung hatten). Die Papierchromatographie erlaubt die Trennung des komplizierten Gemisches in einfacher Weise. Da hierbei die radioaktiven Verbindungen interessieren, wird beim Nachweis der Flecken diese Eigenschaft benutzt: Das Papier wird mit einem Röntgenfilm zusammengebracht, die ausgesandte Strahlung verursacht eine Schwärzung des Films und läßt damit den Ort der radioaktiven Substanz erkennen. Die Identifizierung des Flecks mit einer bestimmten, vermuteten Substanz geschieht wieder papierchromatographisch: Man eluiert z. B. den vermutlichen Phosphoglycerinsäurefleck, setzt Phosphoglycerinsäure dazu und chromatographiert erneut. Jetzt kann man die Phosphoglycerinsäure durch eine Farbreaktion sichtbar machen, und der Fleck muß mit dem Fleck der Radioaktivität (durch Zählrohr oder Röntgenfilm lokalisiert) übereinstimmen. Wenn das bei Anwendung mehrerer verschiedener Lösungsmittel (in denen Phosphoglycerinsäure verschiedene R_f-Werte hat) der Fall ist, dann kann man mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Identität schließen.

Die Phosphoglycerinsäure ist die erste nachweisbare Verbindung, in die bei der Photosynthese radioaktiver Kohlenstoff eingebaut wird. Sehr bald findet sich auch im Triosephosphat Radioaktivität, ferner in der Äpfelsäure und in den Zuckern Ribulose (eine Ketopentose) und Sedoheptulose (eine Keto-heptose), die beide als Phosphorsäureester gefaßt werden. Der Nachweis dieser Stoffe und ihrer Markierung mit ^{14}C geschah papierchromatographisch; in gleicher Weise konnte auch die Reihenfolge ihres Auftretens durch kinetische Messungen [*16*] festgelegt werden, indem die nach $^1/_2$ min, 1 min, 2 min usw. (vom Zeitpunkt der Zugabe radioaktiven Kohlendioxyds gerechnet) erhaltenen Papierchromatogramme mit dem GEIGER-Zähler quantitativ ausgewertet wurden. Aus ihren zahlreichen Versuchen, die hier nicht im einzelnen geschildert werden können, schließen CALVIN, BENSON und Mitarbeiter, daß sich die Photosynthese in der grünen Pflanze in einem Kreisprozeß vollzieht: Das Kohlendioxyd wird von einer noch unbekannten, zwei C-Atome enthaltenden Akzeptormolekel als Carboxylgruppe aufgenommen und erscheint dann in der Phosphoglycerinsäure; diese wird zu Phosphoglycerinaldehyd (= Triosephosphat) reduziert. Triosephosphat kann zu Hexosephosphat kondensieren oder (mit einer Tetrose) zu Heptosephosphat (Sedoheptulose); aus diesem C_7-Zucker werden 2 C-Atome abgespalten, die den C_2-Acceptor regenerieren; der verbleibende C_5-Zucker (Ribulose) erleidet eine gleichartige Spaltung zum C_3-Körper und Triosephosphat. Triosephosphat kann anscheinend CO_2 aufnehmen und über eine noch unbekannte Zwischenstufe die Tetrose regenerieren, die für den Aufbau der Heptose erforderlich ist; damit ist der Kreis geschlossen.

Die hier in aller Kürze geschilderten Ergebnisse der Konstitutionsermittlung eines Proteins (Insulin) und der Verfolgung einer biochemischen Synthese (Bildung von Zuckern aus CO_2) mögen zeigen, wie vielseitig die Anwendungsgebiete der Papierchromatographie sind und welche schönen Ergebnisse mit dieser Methode erzielt werden können. An der Papierchromatographie bewahrheitet sich der Ausspruch CLAUDE BERNARDS, den D. L. CLEGG [*17*] kürzlich einem Fortschrittsbericht voranstellte: „Eine gute Technik leistet manchmal der Wissenschaft bessere Dienste als die Entwicklung hochtheoretischer Spekulationen."

Zusammenfassung.

Mit dem Aufsatz wird der Zweck verfolgt, dem Nichtfachmann einen Begriff von der papierchromatographischen Methode zu geben. Aus diesem Grunde werden die heute üblichen Techniken der aufsteigenden, absteigenden und Rundfilter-Papierchromatographie in großen Zügen unter völligem Verzicht auf eine Schilderung der historischen Entwicklung des Verfahrens skizziert. Für den an der Praxis Interessierten sind Hinweise auf die einschlägigen Anleitungen gegeben. Der Mechanismus des papierchromatographischen Trennungsvorganges als Verteilungsvorgang zwischen dem ternären Komplex Cellulose–Wasser-organische Komponente und der mobilen Phase wird erläutert. Hieraus ergibt sich, daß sich der Anwendungsbereich der Papierchromatographie vorzugsweise auf hydrophile Substanzen erstreckt. Ihr Hauptwert liegt darin begründet, daß sie die Analyse von Gemischen aus chemisch einander sehr ähnlichen wasserlöslichen Stoffen mit so geringen Substanzmengen erlaubt, daß die einzelnen Komponenten im Gemisch in Mengen von nur einigen Mikrogrammen vertreten zu sein brauchen. Zur Illustration ihrer Bedeutung wird die von SANGER durchgeführte Analyse der Polypeptidketten des Proteohormons Insulin und die Aufklärung der Kohlensäure-Assimilation durch CALVIN, BENSON und Mitarbeiter, welche ohne Papierchromatographie unmöglich gewesen wären, herangezogen.

Literatur.

[*1*] *Ausführliche Monographien und Arbeitsanleitungen:* CRAMER, F.: Papierchromatographie. Weinheim: Verlag Chemie 1952. — CASSIDY, H.: Chromatography (Technique of Organic Chemistry, Bd. V). New York: Interscience Publ. 1950. — HELLMANN, H.: Zur papierchromatographischen Analyse. Z. inn. Med. **6**, 577 (1951). — [*2*] HELLMANN, H.: Hoppe-Seylers Z. **288**, 95 (1951). — [*3*] CONSDEN, R., A. H. GORDON and A. J. P. MARTIN: Biochemic. J. **38**, 224 (1944). — [*4*] CRAIG, L. C., u. O. POST: Analyt. Chem. **21**, 500 (1950). — HECKER, E.: Gegenstromverteilung. Weinheim: Verlag Chemie. (Im Druck.) — [*5*] KARLSON, P., u. E. HECKER: Z. Naturforsch. **5b**, 237 (1950). — HECKER, E.: Z. Naturforsch. **8b**, 77 (1953). — [*6*] MARTIN, A. J. P., and R. L. M. SYNGE: Biochemic. J. **35**, 1358 (1941). — [*7*] HANES, C. S., u. F. A. ISHERWOOD: Nature [London] **164**, 1107 (1949). — [*8*] HORNER, L., W. EMRICH u. A. KIRSCHNER: Z. Elektrochem. **56**, 987 (1952). — [*9*] WIELAND, TH., u. A. BERG: Angew. Chem. **64**, 418 (1952). — [*10*] LAUTSCH, W., G. MANECKE u. W. BROSER: Z. Naturforsch. **8b**, 232 (1953). — [*11*] SANGER, F., and H. TUPPY: Biochemic. J. **49**, 463, 481 (1951). — SANGER, F., and E. O. P. THOMPSON: Biochemic. J. **53**, 353, 366 (1953). — [*12*] SANGER, F.: Biochemic. J. **39**, 507 (1945). — [*13*] SANGER, F.: Biochemic. J. **45**, 563 (1949). — [*14*] BERGMANN, M., and C. NIEMANN: J. of Biol. Chem. **118**, 301 (1937). — Science [Lancaster, Pa.] **86**, 187 (1937). — [*15*] CALVIN, M., A. A. BENSON u. Mitarb.: Experientia [Basel] **8**, 445 (1952). — J. of Biol. Chem. **196**, 703 (1952). — [*16*] BENSON, A. A., S. KAWAGUCHI, P. HAYES and M. CALVIN: J. Amer. Chem. Soc. **74**, 4477 (1952). — [*17*] CLEGG, D. L.: Analyt. Chem. **22**, 48 (1950).

Max-Planck-Institut für Biochemie, Tübingen.

Eingegangen am 25. August 1953.

Über die Beobachtung von „atmospherics" bei geringsten Frequenzen.

Von W. O. SCHUMANN und H. KÖNIG.

Zur Untersuchung von Längstwellenerscheinungen in der Atmosphäre wurden am Elektrophysikalischen Institut der Technischen Hochschule München Messungen durchgeführt, die mit Antenne und einem selbstentwickelten Spezialverstärker der Bandbreite von 1 bis 25 Hz eine Registrierung solcher Vorgänge ermöglichten. Es zeigte sich hierbei, daß außer den selbstverständlich erwarteten Störungen durch die Netzfrequenz von 50 Hz eigentlich nur die Bahn mit ihren $16^2/_3$ Hz als starker Störer in Betracht kam. Die 50 Hz lagen in genügendem Abstand von der oberen Grenzfrequenz des Verstärkers, so daß sie nicht in Erscheinung traten. Schwieriger erwies sich dagegen die Entfernung der direkt im Durchlaßbereich des Verstärkers liegenden $16^2/_3$ Hz-Frequenz. Weil die Bahnfrequenz einerseits am Empfängereingang mit 150 µV auftrat, die Eingangsempfindlichkeit des Empfängers aber andererseits bei etwa 3 µV lag, war es nötig, ein sehr schmalbandiges Filter genügender Dämpfung zu entwickeln. Sonst traten in dem Verstärkungsbereich keine Erscheinungen auf, die nach ihrer Art und ihrem zeitlichen Auftreten triviale Ursachen vermuten ließen. Zur Kontrolle wurden aber trotzdem noch Messungen in Landsberg a. Lech durchgeführt (bevorzugt wegen des Fehlens einer elektrischen Bahn), die dann die gleichen Ergebnisse wie die Messungen in München zeigten.

Die Erfassung der bisher gemessenen Erscheinungen erfolgte mit einer integrierenden 24-Std-Registrierung. Weiter wurden mit einem Schnellschreiber Frequenzanalysen gemacht. Ein Oszillograph diente schließlich noch zur Überwachung und Beobachtung der gesamten Messungen. — Die bisherigen Resultate ergaben zwei Hauptgruppen von gemessenen Wellentypen.

I. Die erste Hauptgruppe (Fig. 1) hatte eine Frequenz um 9 Hz herum und war praktisch von rein oszillatorisch-sinusartigem Charakter. Die Dauer T von Wellenzügen dieser Art schwankte von 0,3 bis 30 sec. Am häufigsten traten hierbei die kurzzeitigen Wellenzüge (0,3 bis 3 sec) auf, die die eigenartige Tendenz zeigten, sich nach Unterbrechungszeiten von etwa der Impulsdauer T und weniger noch zweimal zu wiederholen. Diese kurzzeitigen Wellenzüge begannen mit kleiner Amplitude, schaukelten sich stetig auf (manchmal bis zu 100 µV Eingangsspannung), um dann ebenso gleichmäßig wieder abzufallen (Fig. 1). Gleichzeitig nahm die Frequenz dieser kurzzeitigen Wellenzüge gegenüber der beim Impulsbeginn vorhandenen oft bis um etwa 30% stetig ab. Wolkenloser Himmel begünstigte diese Wellenart auffällig stark. Weiter trat eine starke Häufung dieser Wellenzüge im Sommer zwischen 16 und 18 Uhr ein. Dieser Zeitpunkt verschiebt sich gegen den Winter zu auf 13 bis 15 Uhr. Nachts wurden diese Wellen praktisch nicht gemessen. Dies alles läßt eine gewisse Abhängigkeit von der maximalen Sonnenbestrahlungseinwirkung vermuten. Interessant ist auch das grundsätzliche Vorhandensein von Temperaturumkehrschichten in geringer Höhe (800 bis 1500 m über München) an Tagen mit lebhafter Impulstätigkeit.

Länger dauernde Wellenzüge der ersten Hauptgruppe (Impulsdauer $T = 15$ bis 30 sec) fielen am Empfänger normal mit etwa 5 µV ein und blieben in ihrer Frequenz und Amplitude meistens konstant (Fig. 2). Einzelne unter diesen langen Wellenzügen (bis über 30 sec), die bis zu Eingangsspannungen von 100 bis 500 µV auftraten, begannen normal mit etwa 6 bis 9 Hz, um sich aber nach etwa 15 sec mit sehr niederfrequenten Schwankungen (0,5 bis 2 Hz) zu überlagern. Diese waren gegen Ende des Wellenzuges in der Amplitude größer als die ursprünglichen, höherfrequenten Schwingungen, so daß zum Schluß nur mehr diese niederfrequenten Schwankungen auftraten, die schließlich langsam verebbten. Diese zuletzt erwähnten langen Wellenzüge verliefen von vornherein meistens nicht mehr sinusartig, und insbesondere zeigten die niederfrequenten Ausschwingvorgänge starke Verzerrung.

Ähnliche langdauernde Wellenzüge mit Mittelwertschwankungen wurden unter anderem über ein halbes Jahr bei Sonnenaufgang festgestellt (Fig. 3). Hierbei fiel besonders das auf Minuten genaue Zusammentreffen mit der örtlichen Sonnenaufgangszeit auf. Weiter trat nach Sonnenaufgang (alle 10 bis 20 min) eine Wiederholung dieser Wellenzüge in immer größeren Zeitabständen auf. Da die maximale Amplitude dieser Wellenzüge bei jeder Wiederholung immer kleiner wurde, war die Erscheinung nach 1 bis 2 Std — jahreszeitlich und wetterbedingt — nicht mehr meßbar. — Ob ein Zusammenhang der Frequenz der Wellenzüge der ersten Hauptgruppe (um 9 Hz) mit der ersten Resonanzfrequenz (10,6 Hz ohne Dämpfung) des Systems Erde—Ionosphäre vorliegt, muß noch geklärt werden.

II. Die zweite Hauptgruppe der gemessenen Erscheinungen (Fig. 4) liegt bei Wellenzügen, deren einzelne Wellen einer Frequenz von 3 bis 6 Hz entsprechen. Diese Gruppe hat nicht den ausgesprochenen sinusartig-oszillatorischen Charakter der vorher beschriebenen Wellen der ersten Gruppe. Auch sind diese Wellen meistens von längerer Dauer und können bei schwankender Eingangsspannung (Höchstwert einige Minuten lang 500 µV) oft über 1 Std andauern. Sie sind stark oberwellenhaltig, und ihre Grundwellenfrequenz pendelt oftmals.

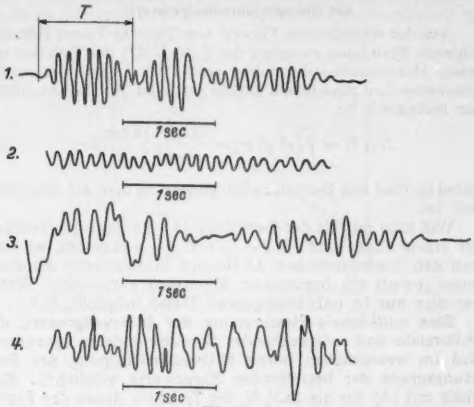


Fig. 1—4.

Fig. 1. Kurzzeitige Wellenzüge der ersten Hauptgruppe.

Fig. 2. Langdauernde Wellenzüge der ersten Hauptgruppe.

Fig. 3. Ausschnitt aus einer Sonnenaufgangserscheinung.

Fig. 4. Wellenzug der zweiten Hauptgruppe.

In manchen Fällen traten die Wellen der niedrigeren Frequenz auch fast rein sinusförmig auf, ähnlich in der Form wie in der ersten Hauptgruppe nach Fig. 1 und 2.

Eine Häufigkeit des Auftretens an gewissen bevorzugten Stunden wurde bis jetzt nicht festgestellt, da diese Wellen zu allen Zeiten registriert werden konnten. Dagegen traten sie mit Vorliebe bei tiefliegender Bewölkung (Nimbus) auf, desgleichen bei einsetzendem Regen, der nach längerer Trockenheit erfolgte. Es besteht aber aller Wahrscheinlichkeit nach kein absoluter Zusammenhang zwischen Regen und Registrierung, da einerseits Registrierungen aus regenloser Zeit vorliegen, andererseits bei Regen auch nicht immer Registrierung erfolgte.

Ein interessanter Zusammenhang mit dem Wettergeschehen konnte jedoch festgestellt werden. Beim Vergleich der Registrierungen von Wellenzügen nicht sinusartiger Form der zweiten Hauptgruppe mit den Temperaturen bzw. deren Änderungen a) in München, Bodennähe, b) Wendelstein, c) Zugspitze, d) München, 5 km Höhe, e) München, 10 km Höhe, zeigte sich, daß immer, wenn bei a) die Temperatur jahreszeitlich relativ niedrig war, einen oder spätestens zwei Tage nach der Registrierung dieser speziellen Wellen eine auffallende Temperaturerhöhung eintrat. Während der warmen Jahreszeit bedeutete dies bei b) bis e) gegenüber a) eine Temperaturerhöhung, in der kalten Jahreszeit wurde auch bei a) eine relativ starke Temperaturerhöhung festgestellt. So bestätigten in der zweiten Jahreshälfte 1953 bei 54 Registrierungen dieser Wellen 52 Fälle diese Erfahrung.

Für alle Wellenarten konnte die auffallende Feststellung gemacht werden, daß nach eingetretener Erwärmung (im Raum von München wohl einer ausgesprochenen Föhnlage

entsprechend) weder Erscheinungen der ersten noch der zweiten Hauptgruppe zu registrieren waren. Ähnliche Erfahrungen machte bereits Dr. H. REITER bei seinen Registrierungen im Frequenzgebiet um 10 kHz. Weiter ist bei Betrachtung der statistischen Angaben von REITER über Verkehrsunfallhäufigkeit und Geburtenhäufigkeit interessanter Weise zu sehen, daß bei diesen immer ein oder zwei Tage vor einer Föhnlage ein Maximum der Häufigkeit eintrat. Dies wiederum würde zeitlich mit der Registrierung von Wellen unseres Typs der zweiten Hauptgruppe zusammenfallen, die ebenfalls ein bis zwei Tage vor Föhnbeginn auftraten. Ein gewisser Zusammenhang liegt somit im Bereich des Möglichen.

Als letztes sei schließlich noch erwähnt, daß die im Zuge der Registrierung aufgenommenen Blitze in ihrem Frequenzspektrum zwischen 1 bis 25 Hz eine gewisse Tendenz zeigen, Frequenzen bzw. Wellen der Hauptgruppen 1 und 2 bevorzugt zu enthalten.

Die experimentelle Anordnung und die Messungen wurden von H. KÖNIG durchgeführt.

Elektrophysikalisches Institut der Technischen Hochschule München.

Eingegangen am 22. Februar 1954.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Abschätzung der Nukleonendichte in den Atomkernen aus den empirischen Besetzungszahlen der Bahndrehimpulseigenwerte.

Aus der statistischen Theorie von THOMAS-FERMI läßt sich folgende Beziehung zwischen der Zahl $N(L^2)$ der Teilchen mit einem Bahndrehimpulsquadrat größer als L^2 und der radialsymmetrischen räumlichen Dichte $\varrho(r)$ aller Teilchen unmittelbar herleiten[1],[2]:

$$N(L^2) = \int \left\{ r^2 \varrho^{\frac{2}{3}}(r) - \frac{L^2/\hbar^2}{(3\pi^2)^{\frac{2}{3}}} \right\}^{\frac{3}{2}} \frac{4\pi}{r}\, dr. \qquad \text{(A)}$$

Dabei ist über den Bereich zu integrieren, in dem der Integrand reell ist.

Will man mittels der Beziehung (A) die Zahl der Teilchen mit einem Eigenwert $\hbar^2 l(l+1)$ von L^2 bestimmen, so muß man den kontinuierlichen L^2-Bereich in Intervalle einteilen, denen jeweils ein bestimmter Eigenwert entspricht. Bisher war dies nur in unbefriedigender Weise möglich[1],[2],[3].

Eine *willkürfreie* Bestimmung der Intervallgrenzen des L^2-Bereichs und entsprechender Bereiche anderer Operatoren wird im wesentlichen durch Mitberücksichtigung der Entartungsgrade der betreffenden Eigenwerte möglich[4]. Man erhält mit (A) für die Zahl N_l der Teilchen, denen der Eigenwert $\hbar^2 l(l+1)$ zugeordnet wird, eindeutig

$$N_l = N(l^2\hbar^2) - N((l+1)^2\hbar^2). \qquad \text{(B)}$$

Im Falle der Elektronenhülle ist $\varrho(r)$ aus der FERMIschen Differentialgleichung[1]) zu entnehmen. Diese Dichte hängt nur von der Ordnungszahl Z ab und liefert Werte $N_l(Z)$, die überraschend gut mit der Erfahrung übereinstimmen[4]).

Im Atomkern dagegen ist $\varrho(r)$ nicht hinreichend bekannt. Nachdem nun aber die Beziehung (A), (B) keinerlei Unsicherheiten mehr enthält, kann sie dazu dienen, diejenige Dichteverteilung der Nukleonen zu suchen, welche die empirischen Besetzungszahlen der Bahndrehimpulseigenwerte am besten wiedergibt. Dabei ist zu bemerken, daß die Beziehung (A), (B) völlig unabhängig von der Art der Wechselwirkung zwischen den Nukleonen ist und daher Folgerungen bezüglich der Dichte $\varrho(r)$ erlaubt, die sich unmittelbar — ohne Zwischenschaltung spezieller Modelle — an die aus der Erfahrung bekannten Besetzungszahlen anschließen.

Die zum Vergleich benötigten empirischen Besetzungszahlen sind von KLINKENBERG[5]) zusammengestellt. Trägt man sie für Neutronen als Funktion der Gesamtzahl der Neutronen auf, so erhält man Treppenkurven für jeden Wert von l[6]). Mit diesen Kurven sind die Werte N_l nach (A), (B) unter folgenden Annahmen für die Dichteverteilung $\varrho(r)$ verglichen worden[4]):

1. Durchweg konstante Dichte.
2. Dichteverteilung nach einer GAUSS-Funktion mit beliebiger Halbwertsbreite.
3. Im Innern konstante Dichte ϱ_0 mit einem Dichteabfall am Kernrand nach einer einseitigen GAUSS-Funktion einer für alle Kerne gleichen Halbwertsbreite b. [$\varrho_0 \cdot A\,(4\pi/3)\, r_0^3 = n_N$, $r_0 = 1{,}4 \cdot 10^{-13}$ cm, A = Massenzahl, n_N = Gesamtzahl der Neutronen.]

Die günstigsten Mittelwerte über die empirischen Treppenkurven liefert Fall 3 mit einer Halbwertsbreite $b = 1{,}2 \cdot 10^{-13}$ cm und zwar für *alle* vorkommenden Werte l. Fall 1 ergibt weniger gute Resultate, eine reine GAUSS-Verteilung (Fall 2) steht mit Ausnahme ganz kleiner Teilchenzahlen im Widerspruch zur Erfahrung. Für Protonen gilt Entsprechendes.

Das Ergebnis bezüglich der GAUSS-Verteilung stimmt mit demjenigen von SZAMOSI[7]) überein, ist aber wegen der Unabhängigkeit der Beziehung (A), (B) von der Art der Wechselwirkung allgemeiner. Das abweichende Ergebnis von GOMBÁS[3]), wonach in den Kernen praktisch eine GAUSS-Verteilung vorliegt, hat seine Ursache in der dort benutzten FERMIschen Beziehung[1]) in SOMMERFELDscher Näherung[8]), die hier durch die eindeutige Forderung (B) ersetzt ist[4]).

Hamburg, Institut für Theoretische Physik der Universität.
W. THEIS.

Eingegangen am 25. März 1954.

[1]) FERMI, E.: Z. Physik 49, 550 (1928).
[2]) JENSEN, J. H. D., u. J. M. LUTTINGER: Physical. Rev. 86, 907 (1952).
[3]) GOMBÁS, P.: Acta physic. hung. 2, 247 (1952).
[4]) Eine ausführliche Mitteilung des Verfassers soll in der Zeitschrift für Physik erscheinen.
[5]) KLINKENBERG, P. F. A.: Rev. Mod. Physics 24, 63 (1952).
[6]) Vergleiche die entsprechende Figur für Elektronen in der FERMIschen Arbeit[1]).
[7]) SZAMOSI, G.: Naturwiss. 40, 433 (1953).
[8]) SOMMERFELD, A.: Atombau und Spektrallinien, Bd. II, S. 696 ff. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn 1939.

Zur Berechnung der „subnormalen" Charakteristik.

Die positive Säule der Niederdruckentladung hat bekanntlich die Eigenschaft, daß die Feldstärke zwar wesentlich von der Gasart, dem Druck und dem Durchmesser des Entladungsgefäßes, nicht aber von der Stromdichte abhängt. Im allgemeinen nimmt der Säulengradient mit sinkender Stromstärke sehr langsam zu. Die Kennlinie der normalen Niederdruckentladung ist leicht fallend.

Zur theoretischen Deutung dieses Verhaltens hat SCHOTTKY[1]) unter der Voraussetzung der Quasineutralität die Charakteristik an Hand der Bilanz zwischen Trägererzeugung und ambipolarer Trägerabwanderung zu den Wänden berechnet. In guter Übereinstimmung mit dem experimentellen Verhalten ergibt sich die Feldstärke unabhängig von der Stromdichte. Der in Wirklichkeit schwach negative Charakter der Kennlinie läßt sich durch die zusätzliche Berücksichtigung untergeordneter Effekte, wie beispielsweise der kumulativen Ionisierung, erfassen.

Neuere Untersuchungen verschiedener Autoren[2]),[3]) haben gezeigt, daß unterhalb einer gewissen Mindeststromdichte das Verhalten der positiven Säule völlig verändert ist und nicht mehr durch die SCHOTTKYsche Theorie beschrieben werden kann. In diesem Gebiet, welches als „subnormal" gekennzeichnet werden soll[3]), nimmt die Feldstärke mit sinkender Stromdichte zunächst allmählich, dann aber sehr rasch zu, ohne daß sich im Bereich der vorliegenden Messungen Anzeichen für die Annäherung an einen Grenzwert erkennen ließen.

Theoretisch gesehen, sind Abweichungen von der SCHOTTKYschen Deutung vor allem dann zu erwarten, wenn die Voraussetzung der Quasineutralität nicht mehr gerechtfertigt ist. Genauer gesagt, kann die SCHOTTKYsche Theorie nicht mehr angewendet werden, wenn der für den Aufbau des ambipolaren Feldes erforderliche Überschuß positiver Ladungsträger die Größenordnung der absoluten Trägerdichten in der Entladung erreicht. Da mit abnehmendem Strom auch die Dichte der Plasmaträger absinkt, kann man vermuten[2]),[3]),

daß die Besonderheiten des subnormalen Bereiches durch die Abweichungen vom Plasmazustand bedingt sind.

Die allgemeine Formulierung der Verhältnisse in der positiven Säule ohne die Beschränkung der Quasineutralität wird an anderer Stelle ausführlich wiedergegeben. Sie liefert zur Bestimmung der Trägerdichten n_i und n_e die Differentialgleichungen

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\,\frac{n_e b_e D_i\, dn_i/dr + n_i b_i D_e\, dn_e/dr}{n_e b_e + n_i b_i}\right) = -\,n_e \alpha \qquad (1\,\mathrm{a})$$

und

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\,\frac{D_i\, dn_i/dr - D_e\, dn_e/dr}{n_e b_e + n_i b_i}\right) = \frac{e}{\varepsilon_0}\,(n_i - n_e) \qquad (1\,\mathrm{b})$$

mit den Randbedingungen

$$n_{i,e} = 0, \quad r = R \quad \text{und} \quad dn_{i,e}/dr = 0, \quad r = 0. \qquad (1\,\mathrm{c})$$

Hier bezeichnen r die Radialkoordinate, R den Radius des Entladungsgefäßes, $D_{i,e}$ Diffusionskoeffizienten, $b_{i,e}$ Beweglichkeiten und α die differentielle Ionisierung. Das Gleichungssystem (1) legt alle Eigenschaften der Entladung fest. Allerdings bereitet seine Auswertung erhebliche Schwierigkeiten.

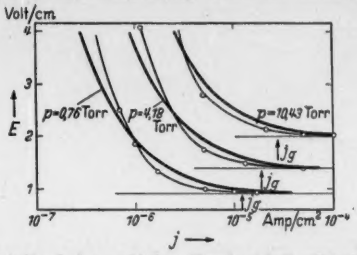


Fig. 1 zeigt für drei verschiedene Drucke (p) die Charakteristiken der subnormalen Hg-Niederdrucksäule, wie sie sich einerseits aus den Messungen von MIERDEL und SCHMALENBERG ergeben (schwach ausgezogene Kurven) und wie sie andererseits aus den theoretischen Überlegungen berechnet werden (stark ausgezogene Kurven). Die Pfeile j_g kennzeichnen die Grenzstromdichten, unterhalb derer nach der Theorie erhebliche Abweichungen vom Zustand der Quasineutralität zu erwarten sind.

Mit erträglichem Aufwand läßt sich jedoch eine Näherungslösung angeben, die unter Verwendung semiempirischer Daten für die eingehenden Parameterfunktionen die Berechnung der Charakteristik erlaubt.

Fig. 1 zeigt das Ergebnis der Rechnung (stark ausgezogene Kurven) zusammen mit den experimentellen Resultaten von MIERDEL und SCHMALENBERG (schwach ausgezogene Kurven und Meßpunkte). Die eingezeichneten Pfeile j_g geben die Grenzstromdichten an, unterhalb derer die Differenz der Trägerdichten mehr als 25% der Gesamtdichte ausmacht. Die Lage dieser Grenzwerte bestätigt die Vermutung, daß im subnormalen Bereich die Plasmabedingung nicht mehr erfüllt ist. Die Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den berechneten Charakteristiken ist unter Berücksichtigung der verwendeten Näherungen recht befriedigend.

Physics Department, Queen's University, Belfast.

G. ECKER.

Eingegangen am 24. Februar 1954.

[1]) SCHOTTKY, W.: Phys. Z. **25**, 635 (1924).
[2]) MIERDEL, G., u. W. SCHMALENBERG: Wiss. Veröff. Siemens-Werken **15**, 61 (1936).
[3]) EMELEUS, K. G., u. J. A. BURNS: Unveröffentlicht.

Zur Theorie der Kathodenzerstäubung in der Glimmentladung.

In einer großen Zahl experimenteller Untersuchungen haben sich verschiedene Autoren darum bemüht, die Gesetzmäßigkeiten der Kathodenzerstäubung in der Glimmentladung festzulegen. Die Messungen befassen sich bevorzugt mit dem effektiven Kathodenverlust und der Wandbestäubungsdichte des Entladungsgefäßes in Abhängigkeit von den verschiedenen Parametern der Entladung. Es ergibt sich, daß der effektive Kathodenverlust nicht nur von dem Kathodenmaterial und dem Entladungsgas, sondern auch von der aufgewandten Spannung und insbesondere von der Form des Entladungsraumes abhängig ist. In zylindrischen Gefäßen zeigt die Wandbestäubungsdichte einen axialen Verlauf mit einem ausgeprägten Maximum unmittelbar vor der Kathode, dessen Lage ebenfalls durch die Spannung beeinflußt wird. Der radiale Verlauf der anodischen Bestäubungsdichte weist eine charakteristische Abhängigkeit von dem Abstand zwischen Anode und Kathode auf.

Zur theoretischen Deutung und Auswertung der gemessenen Gesetzmäßigkeiten ist vor allem eine detaillierte Kenntnis des Bewegungsvorganges der abgelösten Atome im Gasraum erforderlich. Die bisher vorliegenden theoretischen Untersuchungen geben die Abhängigkeit des effektiven Kathodenverlustes richtig wieder, wenn der Abstand zwischen Anode und Kathode klein ist im Vergleich zur radialen Ausdehnung des Entladungsgefäßes. Alle übrigen oben beschriebenen Erscheinungen werden jedoch nicht richtig erfaßt. Insbesondere ergaben sich bei der Anwendung dieser einfachen Überlegungen qualitative und größenordnungsmäßige Abweichungen von den Resultaten der Niederdruckexperimente.

Diese Mängel sind auf die völlige oder teilweise Vernachlässigung der folgenden Einflüsse zurückzuführen:

1. Die abgelösten Metallatome verlassen die Kathodenoberfläche mit einer Geschwindigkeitsverteilung, deren Mittelwert von der Entladungsspannung abhängt und im allgemeinen erheblich größer ist als die Gleichgewichtsgeschwindigkeit im Gasraum.

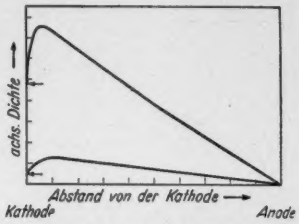


Fig. 1. Die Figur zeigt den axialen Dichteverlauf der zerstäubten Metallatome im Inneren eines zylindrischen Entladungsgefäßes. Die untere Kurve unterscheidet sich von der oberen durch die auf das 10fache vergrößerte mittlere Ablösegeschwindigkeit. Die Einheiten sind willkürlich gewählt.

2. Der Eintritt der Metallatome in den Entladungsraum kann nicht als Randbedingung des Diffusionsproblems erfaßt werden, sondern verlangt die Berücksichtigung des initialen Streuvorganges.

3. Das Massenverhältnis Metall—Gasatom ist von hervorragender Bedeutung, da es über die Persistenz der Molekularbewegung sowohl den zuvor genannten Streuprozeß als auch den Diffusionsvorgang beeinflußt.

4. Alle Entladungsparameter und insbesondere auch die Zerstäubungsdichte der Kathodenoberfläche zeigen eine starke radiale Abhängigkeit. Die Verwendung eines eindimensionalen Modells kann daher nur eine sehr beschränkte Anwendbarkeit besitzen.

Die allgemeine theoretische Erfassung der Kathodenzerstäubung in der Glimmentladung unter Berücksichtigung der Einflüsse (1 bis 4) wird an anderer Stelle im Detail wiedergegeben. Auf diese Veröffentlichung verweisen wir auch hinsichtlich der umfangreichen Literatur.

Die erwähnte Berechnung zeigt, daß die Dichteverteilung im Entladungsraum eine komplizierte Funktion des Ortes ist, deren Charakter wesentlich durch die radiale Abhängigkeit der kathodischen Zerstäubungsdichte bestimmt wird. Der Absolutwert der Dichte hängt entscheidend von der Ablösegeschwindigkeit und der Masse der Metallatome ab. Ohne die umständlichen Formeln hier anzuführen, geben wir in der Fig. 1 zwei typische Beispiele der axialen Dichteverteilung wieder, die an Hand der erwähnten Beziehungen berechnet wurden.

Für den besonders interessierenden effektiven kathodischen Gesamtverlust (F), d.h. für die Anzahl aller von der Kathode abgelösten (I) abzüglich aller zurückdiffundierenden Teilchen, ergibt sich die Formel

$$F = \frac{4\,\varepsilon\, I\, D_0}{v_m \cdot R}\;\frac{\sum_\nu f_\nu \cdot J_1(A_\nu) \cdot \mathrm{Cotg}\,(A_\nu d/R)}{\sum_\nu f_\nu \cdot J_1(A_\nu)/A_\nu}\,,$$

wo D_0 den Diffusionskoeffizienten und v_m die mittlere Geschwindigkeit der Metallatome im Gasraum bezeichnen. ε hängt in komplizierter Weise von der Ablösegeschwindigkeit

und der Masse der Metallatome ab. J_1 kennzeichnet die BESSEL-Funktion erster Ordnung. A_ν sind die Nullstellen der BESSEL-Funktion nullter Ordnung. Die f_ν ergeben sich als die Koeffizienten der BESSEL-FOURIER-Entwicklung des radialen Verlaufs der kathodischen Ablösungsdichte. R und d bezeichnen bzw. Radius und Elektrodenabstand des Entladungsgefäßes.

Diese theoretische Beschreibung, deren Ergebnisse hier nur teilweise skizziert werden konnten, vermeidet die eingangs erwähnten Diskrepanzen und bringt die Theorie in weitgehende Übereinstimmung mit der experimentellen Erfahrung. Sie zeigt aber auch, daß der Prozeß der Kathodenzerstäubung in der Glimmentladung wesentlich komplexer ist, als bisher im allgemeinen angenommen wurde, und daß er wegen der theoretischen Schwierigkeiten kaum geeignet sein dürfte, genauere Aufschlüsse über den atomaren Ablösevorgang zu entnehmen.

Physics Department, Queen's University, Belfast.
G. ECKER und K. G. EMELEUS.

Eingegangen am 24. Februar 1954.

Bemerkungen zur Abbildungstreue von Lackabdrucken.

Zur Herstellung von Lackabdrucken nach dem MAHLschen Verfahren werden im allgemeinen sehr verdünnte Lacke verwendet. Das geschieht hauptsächlich deshalb, weil auf diese Weise bei noch bequem aufzutragenden Schichtdicken dünne Kollodiumfolien hergestellt werden können. Nach genaueren Messungen, die zur quantitativen Untersuchung der Abbildungstreue durchgeführt wurden, ergeben sich für das Verhältnis q von der Schichtdicke des getrockneten Lacks zu der ursprünglich vorhandenen Dicke des flüssigen Lacks Werte, die im allgemeinen kleiner als 0,02 sind. Dieser Kontraktionsfaktor q ist von der Konzentration abhängig und hat auf die Abbildungstreue einen großen Einfluß.

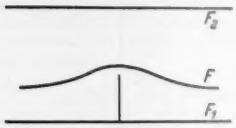


Fig. 1. Anfangs- und Endstadium des Eintrocknungsvorganges.

Auf eine abzubildende Fläche F_1 werde flüssiger Lack aufgetragen, dessen freie Oberfläche F_2 sei. Nach dem Trocknen des Lacks wird die nun veränderte freie Oberfläche F, je nach q, eine Fläche zwischen F_1 und F_2 sein. Bei gegebenem F_1 und F_2 hängt F bei einer bestimmten Lackart nur noch von q ab. F genügt zwingend folgenden Grenzfällen: $\lim_{q\to 0} F = F_1$ und $\lim_{q\to 1} F = F_2$. Durch mathematische Überlegungen wird nahegelegt, daß die dem Endstadium des Trocknungsprozesses entsprechende Fläche F mit einer Fläche $u = \text{const}$ der Potentialgleichung $\Delta u = 0$ zusammenfällt. Wenn der Lack nicht fließt, ist bei letzterer die Randbedingung so zu wählen, daß F_1 und F_2 Flächen konstanten Potentials sind. Da sich die bei der Präparation noch elastische Lackfolie nach dem Abziehen von der abzubildenden Fläche F_1 mit der Fläche F möglichst eben über den Objektträger spannt, wird die Abbildungstreue um so besser, je näher q an 1 liegt, sofern F_2 eine Ebene war. Wenn bei den bisher verwendeten Lacksorten die Viskosität klein ist, was nur durch kleines q erreicht werden kann, stellt, wie experimentell bestätigt wurde, wirklich F_2 infolge der Oberflächenspannung eine Ebene dar. Da nun einerseits, damit F und F_2 möglichst zusammenfallen, q gegen 1 gehen soll, andererseits aber zur Erzielung einer ebenen Fläche F_2 die Viskosität und damit q klein sein muß, sind der Abbildungstreue grundsätzliche Grenzen gesetzt, die durch die Lackart bestimmt sind.

Die Brauchbarkeit der Potentialdarstellung wurde mikroskopisch durch Kombination des TOLANSKY-Verfahrens mit elektronenmikroskopischen Aufnahmen und makroskopisch durch Messungen an trocknender Gelatine untersucht. Fig. 1 zeigt als Beispiel Anfangs- und Endstadium eines solchen Eintrocknungsvorganges. Vergleichsmessungen an Modellen im elektrolytischen Trog stehen vollkommen mit der mitgeteilten Vorstellung im Einklang. Bei sehr schnell verlaufender Trocknung, sofern diese mit einer erheblichen Volumenverkleinerung verbunden ist, erfährt der Kontraktionsprozeß eine Änderung, die sich auf die Abbildungstreue verschlechternd auswirkt.

Über die vorliegende Arbeit wird demnächst ausführlicher berichtet werden.

Siemens-Schuckert-Werke A.G., Erlangen.
H. KIMMEL.

Eingegangen am 24. Februar 1954.

RAMAN-spektroskopische Strukturbestimmung des Trimetaphosphatanions.

In den letzten 10 Jahren sind mehrere Arbeiten erschienen, die spektroskopisch, teils mit Hilfe des RAMAN-Effektes[1],[2]), teils mit Hilfe der Ultrarotabsorption[3],[4]), das Gebiet der kondensierten Phosphate in Angriff nehmen. Der einfachste Körper dieser Klasse in spektroskopischer Hinsicht ist das Anion der Trimetaphosphorsäure mit $3N - 6 = 30$ Schwingungsfrequenzen. Es bleiben nach der eingehenden Begründung der Ringformel[5]) nur drei Strukturen zu diskutieren, die sich darin unterscheiden, daß der P_3O_9-Ring eben oder gewinkelt und dann in trans- oder cis-Form denkbar ist. Diese Strukturen gehören beziehungsweise in die Punktgruppen D_{3h}, C_{3v} oder C_s. Bei den höheren Symmetrien ist durch Entartung und Frequenzverbote eine starke Beschränkung der Linienzahl (14 oder 17) zu erwarten. Speziell sind nach den Auswahlregeln die in Tabelle 1 angegebenen Schwingungen vorauszusehen.

Tabelle 1.

D_{3h}	RaE.	U.R.	C_{3v}	RaE.	U.R.	C_s	RaE.	U.R.
$4A_1$	*p*	*ia*	$7A_1$	*p*	*ia*	$17A'$	*p*	*akt*
$1A_1''$	*v*	*ia*				$15A''$	*dp*	*akt*
$2A_2'$	*v*	*ia*	$3A_2$	*v*	*akt*			
$3A_2''$	*v*	*akt*						
$6E'$	*dp*	*akt*	$10E$	*dp*	*akt*			
$4E''$	*dp*	*ia*						

RaE. = RAMAN-Effekt; U.R. = Ultrarotabsorption.

Ein Spektrum, das die Anwendung dieser Betrachtungen gestattet hätte, war nicht bekannt geworden. Auch bei der Röntgenstrukturbestimmung[6]) wird die Frage nach der Struktur des Ringes ausdrücklich offen gelassen. Von uns wurden die in Tabelle 2 mitgeteilten Frequenzen gemessen und schließlich in der angegebenen Weise zugeordnet — auf der Grundlage der Symmetrie D_{3h}.

Tabelle 2. *Gemessene Frequenzen.*

$\Delta\tilde{\nu}$, cm^{-1}	I	Gattung	Charakter	$\Delta\tilde{\nu}$, cm^{-1}	I	Gattung	Charakter
304	3	E''	γ-K.	763	1	E'	
356	2	E' u. A_1'	γ-K.	1000	1	E'	
398	2			1119	2	E'	
469	1	E'' u. E'		1158	10	A_1'	$\nu P-O$
534	1			1243	2	E'	
634	2	A_1'	ν-K.	1389	1	E''	
665	5	A_1'	$\gamma P-O$	1520	2	E'	

γ-K. = γ-Kette; ν-K. = ν-Kette.

Die Zuordnung der Frequenzen der Gattung A_1' ergibt sich unter Verwendung von mit zu geringer Auflösung angestellten Depolarisationsgradmessungen[2]). Die vier höheren Frequenzen von E' wurden im Ultrarot ebenfalls beobachtet[3],[4]), dagegen die von E'' nur im RAMAN-Effekt. Für die tieferen Frequenzen bestehen Unsicherheiten in der Zuordnung aus Mangel an Ultrarotdaten.

Wenn auch die Auffindung von gerade 14 Linien noch als ein etwas unsicherer Beweis für die ebene Struktur des Trimetaphosphations angesehen werden kann, so sind doch die weiteren Punkte, nämlich die Identifizierbarkeit von vier totalsymmetrischen Schwingungen und das depolarisierte Auftreten von ultrarotinaktiven Schwingungen im RAMAN-Effekt eindeutige Beweise für das Vorliegen der Symmetrie D_{3h}.

Dieses Ergebnis ist insofern bemerkenswert, als für das mit $(P_3O_9)^{3-}$ isoelektronische $(SO_3)_3$ röntgenographisch die Symmetrie C_{3v} mit trans-Struktur des Ringes ermittelt wurde[7]). Durch einen erheblichen heteropolaren Bindungsanteil bei $(P_3O_9)^{3-}$ kann dieser Unterschied erklärt werden. Die Polarität der P—O-Bindungen wird auch für weitere Eigentümlichkeiten, etwa die anomalen Atomabstände, bei den Phosphor-Sauerstoff-Verbindungen verantwortlich sein. Die spektroskopische Erforschung dieser Stoffe erscheint also geboten und wird von uns weiter betrieben. Eine ausführliche

Begründung der obigen Ergebnisse erscheint in der Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie.

Institut für Anorganische und Anorganisch-Technische Chemie der Technischen Hochschule Dresden.

A. SIMON und E. STEGER.

Eingegangen am 5. März 1954.

[1]) GLOCKLER, G., u. I. A. CAMPBELL: Proc. Iowa Acad. Sci. **51**, 297 (1944).
[2]) HANWICK, T. J., u. P. O. HOFFMANN: J. Chem. Physics **17**, 1166 (1949); **19**, 708 (1951).
[3]) LECOMTE, J., A. BOULLÉ u. M. DOMINÉ-BERGÈS: Bull. Soc. Chim. biol. Paris [V] **15**, 764 (1948).
[4]) LAFARGUE-KANTZER, D.: Ann. Chim. [12] **8**, 819 (1952).
[5]) THILO, E., u. R. RÄTZ: Z. anorg. Chem. **250**, 33 (1949).
[6]) CAGLIOTI, V., G. GIACOMELLO u. E. BIANCHI: Chem. Zbl. **1944** II, 826.
[7]) WESTRIK, R., u. CH. MAC GILLAVRY: Recueil Trav. chim. Pays-Bas **60**, 794 (1941).

Die Wertigkeit des Kobalts im Vitamin B_{12}.

Die Bestimmung der Wertigkeit des Kobalts im Vitamin B_{12} dürfte auf rein chemischem Wege kaum möglich sein. Die physikalischen und physikalisch-chemischen Methoden, die bisher zur Lösung dieser Frage herangezogen wurden, haben zu keinem eindeutigen Resultat geführt.

Nach Suszeptibilitätsmessungen[1]),[2]),[3]) an der festen und der gelösten Substanz — die bei manchen Präparaten durch Spuren para- oder ferromagnetischer Stoffe gestört waren — ist das reine Vitamin B_{12} mit großer Wahrscheinlichkeit diamagnetisch. Hieraus wird gefolgert, daß das Kobalt im Vitamin B_{12} dreiwertig ist. Da jedoch manche Komplexe mit zweiwertigem Kobalt (die paramagnetisch sind) durch „Oxygenierung", d.h. durch Anlagerung von molekularem Sauerstoff diamagnetisch werden, wird dieser Schluß auf die Wertigkeit nicht von allen Autoren[3]) als eindeutig betrachtet. Ebenso scheinen auch polarographische Analysen keine volle Klarheit zu geben[4]).

Wir haben versucht, die Wertigkeit des Kobalts im Vitamin B_{12} durch genaue Messung der Lage der Co K-Röntgenabsorptionskante zu ermitteln. Bekanntlich verschiebt sich die Absorptionskante eines Elements nach um so kürzeren Wellenlängen, je höher seine Wertigkeit in der betreffenden Verbindung ist. Damit ist eine einfache Methode zur Bestimmung der Wertigkeit gegeben, die bei leichten Elementen vielfach angewandt wurde, da hier die Verschiebungen relativ groß sind und leicht erfaßt werden können. Es war zu erwarten[5]), daß mit Spektrographen großer Dispersion solche Messungen auch noch beim Kobalt möglich sind.

Der Vorteil dieser hier erstmals bei einer biologisch bedeutsamen Substanz verwendeten Methode liegt darin, daß Verunreinigungen nicht stören, und daß es praktisch belanglos ist, wie die Molekel im übrigen aufgebaut ist.

Wir benützten einen fokussierenden Spektrographen[6]) mit gebogenem Quarzkristall (Krümmungsradius $r = 50$ cm). Unter Verwendung der (1340)-Ebene in Reflexion war im Bereich der Co K-Kante die Dispersion 5,2 X/mm. Die Bestimmung der Wellenlängen der Kanten erfolgte photographisch-photometrisch mit einem Fehler von ungefähr $\pm 0{,}1$ X.

Es wurden zunächst metallisches Kobalt, einige Co(II)- und einige Co(III)-Verbindungen untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Die Wellenlängenwerte der

Tabelle 1. *Wellenlängen der K-Kanten für die verschiedenen Wertigkeitsstufen des Kobalts und Verschiebungen gegenüber dem reinen Metall.*

	$\lambda(X)$	$\Delta\lambda(X)$	ΔE(eV)
Co-Metall	1603,6	—	—
Co(II)-Verbindungen	1602,5	1,1	5,3
Co(III)-Verbindungen	1601,9	1,7	8,2
Ergebnis für Vitamin B_{12} . . .	1601,6	2,0	9,6

K-Kante für die verschiedenen Verbindungen einer Oxydationsstufe streuen über einen gewissen Bereich. Jedoch ist die Streuung derart, daß es im allgemeinen möglich ist, die Wertigkeit des Kobalts in einer Verbindung eindeutig festzulegen. Die Spalte 2 der Tabelle 1 enthält die Mittelwerte der Wellenlängen für die betreffende Oxydationsstufe. Die Spalten 3 und 4 geben die Verschiebungen der Kanten in X-Einheiten bzw. in Elektronenvolt, bezogen auf metallisches Kobalt.

Das Vitamin B_{12} stand als kristallines Pulver[7]) zur Verfügung, das ohne weitere Vorbehandlung zwischen Cellophanfolien in den Strahlengang gebracht wurde. In orientierenden Versuchen (Austestung an Euglena gracilis var. bacillaris[8])) wurde sichergestellt, daß die Verbindung auch durch intensive Röntgenbestrahlung an Aktivität nur wenig einbüßt. Eine Fälschung des Ergebnisses durch Veränderung des Präparates während der Bestrahlung ist somit ausgeschlossen.

Die Wellenlänge der Co *K*-Kante beim Vitamin B_{12} ergab sich zu 1601,6 X. Dieser Wert liegt nahe beim Mittelwert für die Co(III)-Verbindungen. Damit ist eindeutig gezeigt, daß das Kobalt im Vitamin B_{12} dreiwertig ist.

Eine ausführliche Mitteilung erfolgt an anderer Stelle.

Der Bau des Spektrographen wurde durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

Medizinische Universitätsklinik Basel und Physikalisches Institut der Universität Freiburg i. Br.

G. BOEHM*), A. FAESSLER und G. RITTMAYER.

Eingegangen am 8. März 1954.

*) Mit Unterstützung der „Roche"-Studienstiftung.

[1]) GRÜN, F., u. R. MENASSÉ: Experientia [Basel] **6**, 263 (1950).
[2]) DIEHL, H., R. W. VANDER HAAR u. R. R. SEALOCK: J. Amer. Chem. Soc. **72**, III, 5312 (1950).
[3]) WALLMANN, J. C., B. B. CUNNINGHAM u. M. CALVIN: Science [Lancaster, Pa.] **113**, 55 (1951).
[4]) Bei SCHINDLER, O.: Helv. chim. Acta **34**, II, 1356, dort S. 1357 (1951). — DIEHL, H., J. I. MORRISON u. R. R. SEALOCK: Experientia [Basel] **7**, 60 (1951).
[5]) SANNER, V. H.: Diss. Upsala 1941.
[6]) FAESSLER, A., O. BINDER u. G. RITTMAYER: Physik. Verh. **4**, 170 (1953); auch BINDER, O.: Diplomarbeit Freiburg 1952.
[7]) Herstellerfirma: Merck & Co., Inc., Rahway, N.J. USA.
[8]) THÖLEN, H., u. A. PLETSCHER: Acta haemat. [Basel] **10**, 186 (1953). — Für die von den beiden Autoren vorgenommenen Testversuche sei auch an dieser Stelle gedankt.

Zur Kenntnis der Reaktionen der Tetroxyde des Osmiums und Ruthениums mit biologisch wichtigen Substanzen.

Durch die außerordentlichen Fortschritte der Schnittpräparationstechnik für die Elektronenmikroskopie biologischen Materials (SJÖSTRAND, PALLADE, PORTER) hat die Frage geeigneter und zuverlässiger Fixierungen eine zentrale Bedeutung erlangt. Gepuffertes 2%iges Osmiumtetroxyd (WOLPERS, PORTER, PALADE) hat sich bisher allen anderen Agentien und Methoden gegenüber als weit überlegen erwiesen. Es lag daher besonders nahe, die Reaktionen des Osmiumtetroxydes mit den einzelnen Gewebebestandteilen näher zu untersuchen, besonders, da in extrem dünnen Schnitten (150 bis 200 Å) der Kontrast praktisch von der Menge des abgelagerten Osmiums abhängig ist. Osmium hat die größte bekannte Dichte unter den Elementen, und sein Atomgewicht liegt etwa eine Zehnerpotenz über einem Durchschnittswert von Gewebe und Einbettungsmaterial.

Von uns wurden etwa 160 Substanzen auf ihr Verhalten gegenüber 0,01 molarer Osmium- und 0,01 molarer Ruthениumtetroxydlösung untersucht. Die Substanzen lagen in den jeweils zugänglichen reinsten Formen vor. Der Reaktionsverlauf, d.h. die Reduktion der Tetroxyde zu niederen Oxyden oder den Metallen oder eine eventuelle Farbentwicklung wurden bei 0, 20 und 50° C in bestimmten Zeitabständen verfolgt. Untersucht wurden Alkohole, Ester, Mono- und Dikarbonsäuren, gesättigte und ungesättigte Substanzen, Kohlehydrate, Aminosäuren, Peptide, Proteine und Substanzen, die zur Erläuterung der Reaktionen einzelner Gruppen dienten. Die reagierenden Gruppen können in einer vorläufigen Reihe geordnet werden, welche etwa ihrer Reaktionsgeschwindigkeit und Intensität entspricht —SH, —NH_2 („frei"), —OH (endständig), —C≡C—, —HC=CH—, —NH— (nicht Peptid), —CHO. Von den untersuchten aromatischen Kernen: Dioxybenzole (z.B. auch Dioxyphenylalanin), Trioxybenzole, Indol (Tryptophan), Pyrrol (Prolin), Iminidazol (Histidin).

Von den Substanzen, die unter Bedingungen untersucht wurden, die den Elektronenmikroskopiker und auch den Histologen interessieren und *nicht* reagieren sind, besonders zu nennen:

Dicarbonsäuren, Oxycarbonsäuren, Zucker, Polysaccharide, Aminozucker und deren Polymere, Nucleinsäuren (hoch- und niederpolymere) sowie die Bausteine derselben. Proteine reagieren sehr unterschiedlich.

Eine gleiche Untersuchungsreihe wurde mit Ruthениumtetroxyd durchgeführt, das jedoch, von wenigen Ausnahmen

abgesehen, mit allen Substanzen so schnell reagiert, daß seine Verwendung als Fixierungs- und Kontrastmittel kaum möglich erscheint.

Eine detaillierte Beschreibung der Reaktionen und der Arbeiten früherer Autoren auf diesem Gebiet erscheint an anderer Stelle (Exptl. Cell Res.).

Fräulein G. Uppenkamp bin ich für wertvolle Assistenz besonders verpflichtet.

Institut für Zellforschung und Genetik (Leiter: Prof. Dr. T. Caspersson), *Karolinisches Institut, Stockholm, Schweden.*

G. F. Bahr.

Eingegangen am 31. März 1954.

Zur Rolle der γ-Aminobuttersäure im Stoffwechsel von Endomycopsis vernalis.

In Weiterführung der Versuche über extrazelluläre Umsetzungen von Aminosäuren in Kulturen von Endomycopsis vernalis[1]) wurde bei Umpflanzungen von N-arm aufgezogenem Pilz auf Nährlösungen mit 1% Asparagin oder Glutaminsäure sowohl im Außenmedium als auch im Mycel γ-Aminobuttersäure papierchromatographisch festgestellt. Ihr Auftreten konnte auf die Wirkung der Glutaminsäuredecarboxylase zurückgeführt werden. Diese war tatsächlich in „ruhenden Kulturen" des Versuchsorganismus durch die vollständige Hemmung der Decarboxylierung der Glutaminsäure mit 0,001 m Semicarbazid oder Hydroxylamin nachweisbar.

Vor kurzem haben nun Bessmann und Mitarbeiter[2]) und Roberts und Mitarbeiter[3]) in tierischem Gewebe und in Homogenisaten von Aspergillus fumigatus und Escherichia coli eine Transaminierung von γ-Aminobuttersäure mit α-Ketoglutarsäure zu Glutaminsäure festgestellt. Diese Ergebnisse, die uns soeben erst zugänglich geworden sind, geben Veranlassung, über eigene Versuche kurz zu berichten, die mit ähnlicher Fragestellung durchgeführt worden sind.

Bereits 90 min nach Umpflanzung einer N-arm aufgezogenen Kultur von Endomycopsis vernalis auf die synthetische Wöltje-Nährlösung mit 1% γ-Aminobuttersäure als N-Quelle tritt im Mycel diese selbst *neben* etwa gleich hohen Konzentrationen von Glutamin- und Asparaginsäure auf. Diese Tatsache und andere Beobachtungen — die demnächst in einer ausführlichen Arbeit veröffentlicht werden sollen — legen die Vermutung nahe, daß die γ-Aminobuttersäure in einer engen Beziehung zu den von Braunstein[4]) als koppelndes System erster Ordnung bezeichneten Transaminierungsreaktionen der Aminodicarbonsäuren steht.

Zur Prüfung dieser Annahme wurden „ruhende Kulturen" (im Chloroformansatz) mit einer Lösung von 1% γ-Aminobuttersäure und 1% α-Ketoglutarsäure versetzt. Papierchromatographische Analysen nach 8, 20 und 50 Std zeigten deutlich das Auftreten von Glutaminsäure, die nur durch eine Transaminierung entstanden sein konnte. Eine eventuelle Desaminierung der γ-Aminobuttersäure und anschließende Aminierung der α-Ketoglutarsäure mit Hilfe des abgespaltenen NH_3 wird durch negative Kontrollversuche mit Ammoniumsuccinat + α-Ketoglutarsäure ausgeschlossen. Weiterhin konnte nach der vorhergehenden Hemmung der Glutaminsäuredecarboxylase durch Semicarbazid (die Hemmung ist unter den durchgeführten Versuchsbedingungen irreversibel) bei Zusatz von α-Ketoglutar- und Brenztraubensäure zur Glutaminsäurelösung die Reversibilität der Transaminierung gezeigt werden. Monoaldehydbernsteinsäure wird hierbei als Aminoakzeptor angenommen[2]). — Bei gleichzeitiger Hemmung der Glutaminsäuredecarboxylase *und* der Transaminasesysteme (Chinhydron) zeigte sich unter den gleichen Bedingungen kein Auftreten von γ-Aminobuttersäure. Die Notwendigkeit der Zugabe von Brenztrauben- und α-Ketoglutarsäure steht in Parallele zu den Befunden von Giri und Mitarbeitern[5]) bei der nichtenzymatischen Bildung von γ-Aminobuttersäure aus Glutaminsäure.

Es besteht kein Zweifel, daß in den Zellen von Endomycopsis vernalis enge Beziehungen der γ-Aminobuttersäure zu dem koppelnden Transaminierungssystem erster Ordnung bestehen. Daraus ergibt sich weiter, daß γ-Aminobuttersäure, die bei allen Kulturen in wechselnder Menge im Mycel angetroffen wird, nicht nur als ein Decarboxylierungsprodukt der Glutaminsäure aufzufassen ist, sondern als ihr „Transaminierungspartner" eine zentrale Rolle bei der Assimilation der N-Quelle zu spielen scheint.

Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Pharmakognostisches Institut der Universität Bonn.

Horst Kating.

Eingegangen am 11. März 1954.

[1]) Steiner, M., u. H. Kating: Naturwiss. **18**, 487 (1953).
[2]) Bessmann, S. P., J. Rossen u. E. C. Layne: J. of Biol. Chem. **201**, 385 (1953).
[3]) Roberts, E., u. H. M. Bregoff: J. of Biol. Chem. **201**, 393 (1953). — Roberts, E., P. Ayengar u. J. Posner: J. of Biol. Chem. **203**, 195 (1953).
[4]) Braunstein, A.: Adv. Protein Chem. **3**, 1 (1947).
[5]) Giri, K. V., G. D. Kalyankar u. C. S. Vaidyanathan: Naturwiss. **41**, 14 (1954).

Zum Mechanismus der zytostatischen Wirkung des N-Losts.

Als Konsequenz der Untersuchungen über das Verhalten von Bestandteilen von Tumorzellen bei der Transplantation[1]), in denen eine Aufnahme extrazellulärer Zelltrümmer durch Tumorzellen nachgewiesen werden konnte, habe ich in den letzten Jahren das Verhalten entsprechender Bestandteile von solchen Tumorzellen untersucht, die durch chemische oder physikalische Faktoren abgetötet waren. Als Beispiel seien hier Versuche mit N-Lost beschrieben. Bebrütet man gewaschene Zellen des Mäuse-Ascites-Tumors 1 bis 2 Std mit 50 bis 100 γ/ml N-Lost bei 37° und entfernt etwa noch vorhandenes N-Lost durch mehrfaches Waschen der Zellen mit Ringerlösung an der Zentrifuge, so erweisen sich diese behandelten Zellen bei der Transplantation als nicht mehr virulent[2]). Die aus derart irreversibel geschädigten Tumorzellen isolierte Mitochondrienfraktion zeigte im Test mit dem Mäuse-Ascites-Tumor[3]) eine starke hemmende Wirkung auf die Entwicklung des Tumors (Überlebenszeit Kontrollen 16, 16, 17, 21, 21 Tage, Versuchstiere 4, > 75, > 75, > 75, > 75 Tage). Der Effekt kann nicht auf eine Wirkung überschüssigen N-Losts zurückgeführt werden, da dieses, falls nicht schon durch Reaktion mit Zellbestandteilen, so bei dem Waschen der Zellen und der Herstellung der Mitochondrienfraktion entfernt sein dürfte. Bei direkter Einwirkung von N-Lost in verschiedenen Dosen auf den Mäuse-Ascites-Tumor haben wir zwar eine Hemmung der Tumorentwicklung, aber infolge seiner großen Toxizität keine wesentliche Verlängerung der Überlebenszeit gegenüber den Kontrolltieren feststellen können[2]). Von den anderen Zellfraktionen erwies sich die Kernfraktion als unwirksam, der granulafreie Plasmaüberstand als gering wirksam. Nach der Feststellung, daß Zellkerntrümmer aus vitalen Tumorzellen mitoseanregend wirken[4]), haben wir auch Zellkerntrümmer aus mit N-Lost irreversibel geschädigten Tumorzellen untersucht und keine Hemmwirkung gefunden. Die Befunde, die mehrfach reproduziert wurden, sprechen dafür, daß der Mechanismus der zytostatischen Wirkung des N-Losts primär in einer Reaktion mit den Mitochondrien des Zellplasmas zu sehen ist und daß nach morphologischen oder zytochemischen Methoden festgestellte Kernveränderungen sekundären Charakter haben können. Zugleich ist damit ein Beispiel eines neuen chemotherapeutischen Prinzips gegeben, daß ein hemmender Faktor nicht direkt zur Anwendung in vivo gebracht wird, sondern in Form seines Einwirkungsproduktes auf das gewünschte Erfolgsobjekt, in diesem Falle die Tumorzelle, ein Prinzip, in dem viele Möglichkeiten der Herabsetzung der Toxizität der hemmenden Faktoren und der Steigerung der Spezifität gegeben sind.

Institut für Experimentelle Krebsforschung der Universität Heidelberg.

Hans Lettré.

Eingegangen am 31. März 1954.

[1]) Lettré, H.: Z. Krebsforsch. **59**, 64, 538 (1953); **60**, (1954). — Naturwiss. **40**, 25 (1953).
[2]) Lettré, H., W. West u. W. Thumm: Diss. Heidelberg 1952.
[3]) Lettré, H.: Z. physiol. Chem. **268**, 59 (1941); **271**, 90 (1941).
[4]) Lettré, H., u. H. J. Thom: Naturwiss. **41**, 30 (1954).

Vasopressorische und oxytocische Wirksamkeit in Hypothalamus- und Hypophysenhinterlappenextrakten.

Nach Untersuchungen von M. Vogt[1]) ist beim Hund das Verhältnis vasopressorischer (V) zu oxytocischer (O) Wirksamkeit †) in Hypothalamusextrakten (H-E) 14:1, in Hypophysenhinterlappenextrakten (HHL-E) 1:1. Eigene Versuche

bestätigen diese Befunde. Die Tabelle 1 zeigt jedoch, daß die für den Hund geltenden Verhältnisse bei der Katze nicht zutreffen; hier stimmt die Relation V:O in H-E mit der in HHL-E überein und beträgt etwa 1:1.

Tabelle 1.

Spezies	Zahl der Beobachtungen	Hypothalamus				Hypophysenhinterlappen		
		O	V	V/O	P_c			
		mE/g Frischgewebe			E/g Frischgewebe	O	V	V/O
Hund . .	4	701	7620	9,5 (7,7—11,7)	70,2*)	206	294	1,4
Katze . .	6	192	(161)	0,8**) (0,5—1,0)	29,5	360	463	1,3
Ratte . .	22	553	(918)		93,4	70	77	1,1
Kaninchen	2	52	(367)		183,7	94	185	1,9
Meerschw. . .	3	17	(97)		81,0	112	243	2,1

E = Intern. Einheit; mE = $^1/_{1000}$ intern. Einheit.
*) Von AMIN, CRAWFORD, GADDUM[4]) bestimmt.
**) Die Relation V/O in H-E der Katze betrug nach papierchromatographischer Abtrennung von P_c in den bisherigen Versuchen 1,0 (0,9 bis 1,0).

Oxytocin: die Werte wurden am isolierten Rattenuterus bestimmt; P_c stört hier nicht. Vasopressin: Die Werte wurden am Rattenblutdruck bestimmt. Die sicher oder möglicherweise durch P_c beeinflußten Werte sind eingeklammert. P_c: Gegen Substanz P am Meerschweinchendünndarm getestet und in EULERschen Einheiten ausgedrückt. HHL—E: Die Relation V/O blieb nach den bisherigen Ergebnissen bei den untersuchten Spezies ziemlich konstant.

Bei der Katze und besonders bei Ratten, Kaninchen und Meerschweinchen, bei denen die vasopressorische Wirksamkeit pro Gramm Frischgewebe viel schwächer ist als beim Hund, wird die am Rattenblutdruck vorgenommene Testung des Vasopressingehaltes der H-E durch einen blutdrucksenkenden, „Subst. P"-ähnlichen Stoff gestört. Zuverlässige Werte für V in H-E sind — abgesehen vom Hund — nur nach vorheriger Abtrennung dieses störenden Stoffes (P_c) zu erzielen. Der Gehalt an P_c im Hypothalamus der verschiedenen Spezies und das für den Grad der Störung maßgebende Verhältnis V:P_c geht aus der Tabelle 1 hervor.

Die Abtrennung von P_c und die Trennung von V und O gelingt mit absteigender Papierchromatographie: Whatman-Papier Nr. 1 in n/100 HCl gewaschen, n-Butanol/Essigsäure, Temperatur 24° C, Elution mit 0,4% NaH_2PO_4 bzw. n/100 HCl.

Unter Berücksichtigung der in letzter Zeit von SCHARRER[2]) und von BARGMANN[3]) auf Grund histologischer Untersuchungen entwickelten Vorstellungen ließen sich die bisherigen Befunde vielleicht so deuten, daß bei der Katze beide Hormone Vasopressin und Oxytocin im Hypothalamus gebildet werden, wobei der HHL hauptsächlich als Depot- und Ausschüttungsorgan wirkt, beim Hund jedoch nur das Vasopressin im Hypothalamus gebildet wird, der HHL aber eine wesentliche Modifizierung des im Hypothalamus vorliegenden Mengenverhältnisses V:O bzw. die Bildung von Oxytocin vorzunehmen hätte.

Weitere Untersuchungen sind im Gange.

Herrn Professor J. H. GADDUM und Frau Dr. M. VOGT darf ich für die wohlwollende Förderung dieser Arbeit herzlich danken.

Pharmakologisches Institut der Universität Edinburgh (Direktor: Prof. J. H. GADDUM) ††).

Jetzt: Pharmakologisches Institut der Universität Frankfurt a. Main. ANSGAR V. SCHLICHTEGROLL.

Eingegangen am 15. März 1954.

†) Vasopressorisch = Blutdruck steigernd wie Vasopressin; oxytocisch = Uterus erregend wie Oxytocin.

††) Die Untersuchungen wurden 1952/53 durchgeführt und durch ein scholarship des British Council ermöglicht.

[1]) VOGT, M.: Brit. J. Pharmacol. 8, 193 (1953).
[2]) SCHARRER, E.: Z. Anat. 106, 169 (1936) und folgende Arbeiten.
[3]) BARGMANN, W.: Z. Zellforsch. 34, 610 (1949) und folgende Arbeiten.
[4]) AMIN, A., T. CRAWFORD u. J. GADDUM: 1952 unveröffentlicht.

Versuche mit zwei weiteren Substanzen, welche den Kerninhalt überlebender tierischer Zellen gegen UV-Wirkung schützen.

In einer früheren Mitteilung[1]) habe ich darüber berichtet, daß eine Reihe von Substanzen Euglobin-Lösungen gegen die koagulierenden Wirkungen von ultraviolettem Licht und Röntgenstrahlen schützt. Eine dieser Substanzen, das Natrium-Thioglykolat, schützt auch das Eiweiß im Inneren überlebender Eikerne der Flußmuschel (Unio) gegen die koagulierende Wirkung des ultravioletten Lichtes. In einer zweiten Arbeit[2]) haben wir mitgeteilt, daß auch in Epithelzellen aus der Haut junger Axolotl der Kerninhalt durch Na-Thioglykolat gegen die koagulierende UV-Wirkung geschützt wird. 1950 hatten J. LOISELEUR und G. VELLEY[3]) gezeigt, daß $NaNO_2$ und $FeSO_4$ (sowie eine Reihe weiterer Substanzen) Strychninsulfat vor (offenbar oxydativen) Veränderungen durch Röntgenstrahlen schützen, 1952 haben dann L. J. COLE, V. P. BOND und M. C. FISHLER[4]) über Versuche berichtet, in welchen es ihnen gelungen ist, Mäuse gegen letale Wirkungen von Röntgenstrahlen dadurch zu schützen, daß sie den Tieren vor der Bestrahlung $NaNO_2$ intraperitoneal injizierten.

In eigenen Versuchen, welche mit den in [1]) und [2]) genannten Methoden an Euglobulin-Lösungen und an überlebenden tierischen Zellen durchgeführt wurden, hat sich nun ergeben, daß $NaNO_2$ und Na_2SO_3 in geeigneten Konzentrationen sowohl Eiweiß in einfacher Lösung wie auch das Eiweiß im Kerninnern tierischer Zellen gegen die koagulierende Wirkung ultravioletten Lichtes zu schützen vermögen. $NaNO_2$ und Na_2SO_4 in äquimolaren Lösungen schützen Euglobulin *nicht* gegen die koagulierende UV-Wirkung; entsprechende Versuche an tierischen Zellen sind noch nicht durchgeführt worden. Die Versuche über die Schutzwirkung des $NaNO_2$ auf die tierischen Zellen wurden an freien Kernen aus den Eiern der Flußmuschel und an Epithelzellen aus der Haut junger Axolotl angestellt. (Die Versuche an Axolotl-Zellen hat S. JUNGHANS in unserem Institut durchgeführt.) Die Befunde über die Schutzwirkung des Na_2SO_3 wurden in Versuchen an freien Eikernen von Unio erhoben.

Damit sind zwei weitere Substanzen gefunden, die in geeigneter Konzentration den Kerninhalt überlebender tierischer Zellen gegen UV-Wirkungen schützen. Auch diese beiden Stoffe können reduzierend wirken wie alle bisher in unseren Reagenzglasversuchen an Eiweißlösungen erprobten Schutzstoffe und wie das uns bisher als einziger Schutzstoff für das Kerninnere bekannt gewesene Natrium-Thioglykolat.

Pharmakologisches Institut der Universität Greifswald.

Eingegangen am 5. April 1954. KURT ERDMANN.

[1]) ERDMANN, K.: Naturwiss. 40, 147 (1953).
[2]) ERDMANN, K., u. I. MEYER: Naturwiss. 40, 347 (1953).
[3]) LOISELEUR, J., u. G. VELLEY: C. R. Acad. Sci. 230, 784 (1950).
[4]) COLE, L. J., V. P. BOND u. M. C. FISHLER: Science [Lancaster, Pa.] 115, 644 (1952).

Die Deutung des LD 50-Anstieges mit steigender spezifischer Ionisation und die Reaktivierung sowie Sensibilisierung durch Wärme bei E. coli[1]).

Bereits an anderer Stelle[2]) wurden von uns Versuche über Sensibilisierung und Reaktivierung eines E. coli-Stammes sehr großer Strahlenempfindlichkeit durch Anwendung von Wärme vor bzw. nach Röntgenbestrahlung beschrieben. Inzwischen haben wir die analogen Untersuchungen mit α-Strahlen von Polonium durchgeführt. Die gesamten Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt (durchweg ergibt sich für die Abhängigkeit der Überlebenden von der Dosis eine Exponentialfunktion).

Bemerkenswert sind dabei besonders folgende Befunde:

1. Nach den Grundsätzen der Treffertheorie lassen sich aus den LD 50 untere Grenzwerte für die strahlenempfindlichen Volumina berechnen, indem man die Wirkungswahrscheinlichkeit pro primäre Ionisation oder pro α-Durchgang = 1 setzt. Wenn man das strahlenempfindliche Volumen den beiden PIEKARSKIschen Polkörpern zuordnet und aus zwei Kugeln bestehend annimmt, ergibt sich aus der mit α-Strahlen gefundenen LD 50 von 1400 rep für jeden dieser Kugeldurchmesser 0,6 bis 0,9 μ (je nach Annahme des δ-Strahlenfaktors), also ein Wert, der mindestens doppelt so groß ist wie der Durchmesser der Polkörper (0,3 μ) selbst. Hält man an der Annahme fest, daß die Schädigung der Polkörper das Entscheidende ist, so muß bei der Inaktivierung durch α-Strahlen Diffusion aktivierter Partikeln aus der Umgebung zu den Polkörpern hin maßgeblich beteiligt sein.

Tabelle 1. *Die LD 50 und ihre Beeinflussung durch Wärmebehandlung bei E. coli.*

Art der Bestrahlung	Keine Wärmebehandlung (20° C)	Sensibilisierung (Wärmevorbehandlung 1 Std bei 36° C)	Reaktivierung (Wärmenachbehandlung 4 Std bei 46° C)	Sensibilisierung und Reaktivierung
Röntgenstrahlen (200 kV)	1,0 *)	0,5	1,6	2,1
α-Strahlen (Polonium)	1,0 **)	1,0	3,3	3,3

*) LD 50 von 1000 rep gleich 1,0 gesetzt.
**) LD 50 von 1400 rep gleich 1,0 gesetzt.

2. Erfolgt der primäre Vorgang mit „Sättigung" entsprechend dem „Sättigungseffekt", so muß man erwarten, daß die Reaktivierungsrate desto geringer wird, je vollkommener die „Sättigung" ausgeprägt ist. Wäre der LD 50-Anstieg beim Übergang von Röntgenstrahlen zu α-Strahlen als „Sättigungseffekt" zu deuten, so müßte also zugleich die Reaktivierungsrate abnehmen. In Wirklichkeit ist aber die Reaktivierungsrate bei den α-Strahlen größer als bei den Röntgenstrahlen.

3. Sensibilisierung[3]) durch Wärmevorbehandlung läßt sich nur für Röntgenstrahlen, aber nicht für α-Strahlen erzielen.

Diese Ergebnisse machen es wahrscheinlich, daß bei Anwendung der α-Strahlen keine „Sättigung" vorliegt, sondern der LD 50-Anstieg durch Rekombination der Radikale („Rekombinationseffekt") bedingt ist. Sowohl nach 2. als auch nach 3. sind die den primären Ionisationen unmittelbar folgenden Reaktionen bei den α-Strahlen qualitativ anderer Art als bei den Röntgenstrahlen. Nach den viel diskutierten Ergebnissen der Radiochemie wird man bei den α-Strahlen ein Überwiegen oxydativer Prozesse vermuten; man kann vielleicht annehmen, daß diese zum großen Teil durch Peroxyde ausgelöst werden, welche nicht nur innerhalb, sondern auch in der Umgebung der Polkörper gebildet werden und verhältnismäßig große Entfernungen (praktisch über die ganze Bakterie) zurücklegen können[4]).

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für die Unterstützung der Arbeit.

Freiburg i. Br., Radiologisches Institut der Universität.

H. und M. Langendorff und K. Sommermeyer.

Eingegangen am 24. März 1954.

[1]) Hierüber wurde bereits auf dem internationalen Radiologenkongreß in Kopenhagen 1953 vorgetragen.

[2]) Langendorff, H. u. M., u. K. Sommermeyer: Z. Naturforsch. 3, 117 (1953).

[3]) Nach der Sensibilisierung durch einstündige Aufbewahrung in Bouillon bei 36° C behält die LD 50 einen völlig konstanten Wert, ganz gleich, ob man die Bakterien anschließend (d.h. noch vor der Bestrahlung) in der Bouillon 20 min, 1 Std oder 4 Std lang bei 6 oder 20° C hält. Hiernach schließen wir, daß in unserem Falle die Sensibilisierung nicht einfach durch Züchtung einer besonders hohen Zahl mitotischer Zellen mit erhöhter Strahlenempfindlichkeit zu erklären ist, wie dies Th. Houtermans, Z. Naturforsch. 8b, 767 (1953) nach ihren mit UV ermittelten Resultaten annimmt.

[4]) Durch diese Ergebnisse wird zumindesten nicht unmittelbar berührt die Deutung des LD 50-Anstieges mit steigender spezifischer Ionisation als „Sättigungseffekt" bei dem Stamm sehr großer Strahlenresistenz, der Gegenstand der klassischen Untersuchung von Lea gewesen ist. Wir werden auf diesen Punkt später an anderer Stelle ausführlich zurückkommen.

Strahlenschutz durch Periston N.

Energiereiche Strahlen rufen im Organismus am Ort der Strahleneinwirkung, aber auch an davon entfernten Körperabschnitten Störungen der Zellfunktionen hervor, die teils auf direktem biophysikalischem Weg, teils durch sekundär gebildete Bestrahlungszwischenprodukte zustande kommen. Es gelingt, die unter dem Einfluß der Strahlentoxine auftretenden Schäden lokaler und allgemeiner Art teilweise rückgängig zu machen, wenn entsprechende medikamentöse Maßnahmen *vor* der Bestrahlung eingeleitet werden. Trotz zahlreicher Versuche ist es jedoch bisher nicht gelungen, eine Substanz zu finden, die auch noch *nach* der Bestrahlung wirksam ist. Da dieser Frage unter Umständen eine große praktische Bedeutung zukommt, haben wir seit 2 Jahren tierexperimentelle Untersuchungen mit Periston N durchgeführt, das sich uns vor allem auf Grund seiner Fähigkeit zur Entgiftung [Schubert[1])] als möglicher Strahlenschutzstoff anbot.

300 gesunde männliche Ratten eines Inzuchtstammes unserer Klinik wurden mit 1000 bzw. 1500 r unter konstanten Versuchsbedingungen ganzbestrahlt (180 kV, 4 mA, HWS 0,45 mm Cu, Fokus-Haut-Abstand 31 cm, ohne Filter, 80 r/min). Die Periston N-Behandlung erfolgte 1 Std nach der Bestrahlung und an drei weiteren Tagen (0,5 cm³ Periston N + 0,5 cm³ physiologische NaCl-Lösung pro 100 g Körpergewicht, intraperitoneal). Kontrollen mit Tyrode- oder physiologischer NaCl-Lösung allein in gleicher Dosierung. Wie Tabelle 1 zeigt, wird die Letalität bestrahlter Ratten vor allem nach einer Bestrahlung mit 1000 r nach Periston N-Verabreichung deutlich herabgesetzt.

Tabelle 1. *Bestrahlungsversuche.*

Zahl der Tiere	Dosis in r EFD	Behandlung	Durchschnittliche Urinmenge in 48 Std pro Tier (cm³)	Letalität absolut	Letalität %
60	1000	keine	3,77	30	50,0 ± 6,3
60	1000	Periston N	4,12	4	6,6 ± 3,1
60	1000	Tyrode	5,74	29	48,3 ± 6,4
24	1000	physiol. NaCl	4,06	12	50,0 ± 10,0
60	1500	keine	3,99	60	100,0
60	1500	Periston N	3,98	51	85,0 ± 4,5

Wenn unsere Annahme richtig war, daß die Erhöhung der Überlebensrate in erster Linie darauf zurückzuführen ist, daß das Periston N giftig wirkende, nach der Bestrahlung entstehende Zellzerfallsprodukte über die Niere eliminiert, so mußte man erwarten, daß der Urin von bestrahlten, peristonbehandelten Tieren besonders toxisch ist. Die Toxizität des Urins verschiedener Tierversuchsgruppen wurde geprüft, indem man den filtrierten Urin 350 nicht bestrahlten, unbehandelten, gesunden Ratten intraperitoneal in einer Dosis von 2,5 cm³ pro 100 g Körpergewicht injizierte. Die Versuche (Tabelle 2) bestätigen unsere Vermutung einer Ausschwemmung toxischer Bestrahlungsprodukte durch das Periston N. Alle Tiere, die Periston-Urin bestrahlter Ratten erhalten hatten, starben innerhalb von 24 Std. Bakterielle Infektionen und Verletzungen konnten als Todesursache ausgeschlossen werden.

Tabelle 2. *Urininjektionsversuche.*

Urin von Ratten: die bestrahlt wurden mit	Urin von Ratten: die behandelt wurden mit	Zahl der behandelten Ratten	Letalität absolut	Letalität %
1000 r	—	58	35	60,3 ± 6,1
1000 r	Periston N	69	69	100,0
1000 r	physiol. NaCl	24	15	62,5 ± 9,6
1000 r	Tyrode	60	36	60,0 ± 6,3
1500 r	—	69	36	52,1 ± 5,9
1500 r	Periston N	70	60	85,7 ± 4,1
—	—	25	2	8,0 ± 5,3

Während die bisherigen Bemühungen um einen aktiven Strahlenschutz darauf hinzielten, die Störung des Zellstoffwechsels durch eine prophylaktische Verabreichung von Biokatalysatoren und durch eine Aktivierung humoraler Abwehrmechanismen abzuschwächen, wurde von uns mit der Anwendung von Periston N erstmalig ein anderer Weg beschritten, die Entstehung sekundärer Strahlenschäden durch eine nach der Bestrahlung rechtzeitig einsetzende Entgiftung des Körpers zu verhindern.

Universitätsfrauenklinik Tübingen (Direktor: Professor Dr. W. Bickenbach).

H. Burger und J. Lehmann.

Eingegangen am 15. März 1954.

[1]) Schubert, R.: Dtsch. med. Wschr. 1951, 1487.

Hinweise auf eine Längsverdopplung von Mitochondrien bei Oospora lactis.

Vor kurzem haben wir in dieser Zeitschrift über mikroskopisch sichtbare Differenzierungen des Zytoplasmas berichtet[1]), die für verschiedene physiologische Zustände der Zellen von Oospora lactis charakteristisch zu sein scheinen. In Zellen, in denen eine lebhafte Eiweißsynthese zu vermuten ist, finden sich typische stäbchen- oder fadenförmige Mitochondrien. Im Stadium der Zellverfettung werden diese von kugeligen, NADI-positiven Grana abgelöst, die als primärer Ort der Fettbildung wahrscheinlich gemacht werden konnten. Die Lagerung der zuerst genannten Mitochondrien in einer dünnen peripheren Plasmaschicht bietet recht günstige Gelegenheit, die Gestalt und das Anordnungsmuster dieser Gebilde eingehender zu studieren. Hierbei konnten wir folgendes feststellen:

a) Die einzelnen Mitochondrien sind nach Größe und Form sehr verschieden. Man findet kürzere und längere Stäbchen und langgezogene Fäden. Diese zeigen häufig sehr

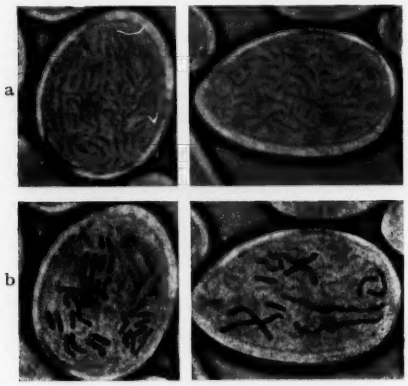


Fig. 1 a u. b. a Oospora lactis (B 5) auf N-reichem Medium. Lebendpräparat. Zwei Zellen bei hoher Einstellung. Neofluar (Zeiss-Winkel) 100 f. Öl, Photookular 9 f. Vergrößerung etwa 1500fach. b Dieselben Zellen. Reproduktion eines Papierpositivs mit Markierung einiger auffallender Mitochondrien-„Paare".

charakteristische Unregelmäßigkeiten in ihrer Längserstreckung: Anschwellungen, Knicke, Krümmungen usf.

b) Es ist unverkennbar, daß sehr häufig je zwei in Größe und Gestalt gleichartige Formen entweder parallel zueinander oder wenigstens in nächster Nachbarschaft liegen (Fig. 1). Man findet gelegentlich Zellen, bei denen es gelingt, fast alle Mitochondrien solchen gleichartigen Paaren zuzuordnen. Nicht selten glaubt man auch Vierergruppen zu erkennen. Es fällt schwer, dieses immer wiederkehrende Muster der Anordnung als rein zufällig zu betrachten.

Eine naheliegende Erklärung für die zuletzt erwähnten Beobachtungen bietet sich in der Annahme, daß die Zweiergruppen gestaltgleicher Mitochondrien durch eine Längsverdopplung entstanden sind. Eine solche „Teilung", bei der die Teilungsprodukte in bezug auf ihre sichtbare Struktureigentümlichkeit identisch sind, würde gut mit den Vorstellungen von einer identischen Vermehrung solcher Gebilde im Einklang stehen.

Eine Entscheidung, ob unsere Deutung richtig ist, wird sich nur durch direkte Beobachtung des Teilungsvorganges und das weitere Schicksal der Teilungsprodukte erbringen lassen. Wir sind gegenwärtig mit Untersuchungen dieser Art beschäftigt.

Wir möchten wenigstens kurz erwähnen, daß wir auch deutliche Hinweise dafür haben, daß sowohl eine Querfragmentation der Mitochondrien als auch eine Aneinanderreihung von Fadenstücken zu längeren Gebilden vorkommt. Wir wollen aber noch weiteres Beobachtungsmaterial abwarten, ehe wir darüber ausführlicher berichten.

Sollte unsere Deutung im Sinne einer Längsverdoppelung der Mitochondrien der Kritik standhalten, dann wäre damit wohl ein weiterer, auf direkte Beobachtung gegründeter Beitrag zur Diskussion der extranukleären Duplikanten der Zelle gegeben.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Pharmakognostisches Institut der Universität Bonn.

M. STEINER.

Eingegangen am 11. März 1954.

[1]) STEINER, M., u. H. HEINEMANN: Naturwiss. 41, 90 (1954).

Über die Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit von Aspergillus niger in Kieselsäurenährlösungen bei O_2-Belüftung.

Organische Kieselsäureverbindungen.

(XXVII. Mitteilung.)

Im Zusammenhang mit der Aufnahme von Kieselsäure in Organismen hatte der eine von uns darauf hingewiesen[1]), daß die Kieselsäure an Stelle von Phosphorsäure und Schwefelsäure diese bei bestimmten Funktionen im Organismus vertreten kann. Nicht geklärt war die unmittelbare Wachstumsbeeinflussung in Gegenwart von Kieselsäure[1]),[2]).

In Abwesenheit von nachweisbaren Mengen Phosphat*) hatten wir[3]) zwei verschiedene Wachstumsformen von Aspergillus niger beobachtet, deren eine auf der Oberfläche der SiO_2-haltigen Nährlösung als geschlossene Myceldecke wächst (Obermycel), während die zweite Wachstumsform in der Nährlösung selbst bzw. am Boden des Gefäßes wächst, zum Teil in langen Fasern (Untermycel). Wird in die Lösung während der Versuchsdauer Luft eingeleitet, so steigert sich die Wachstumsgeschwindigkeit des Untermycels ganz erheblich und übersteigt das Wachstum des Obermycels. Gleichzeitig wird in das Untermycel aus der Lösung eine erhebliche Menge Kieselsäure aufgenommen, die bis zur Erschöpfung der vorhandenen dispergierten bzw. löslichen Kieselsäure gehen kann[3]), während gleichzeitig der Stickstoffgehalt abnimmt.

Bei all diesen Versuchen war eine Induktionsperiode zu beobachten im Hinblick auf den Wachstumsbeginn, der durchschnittlich erst nach 5 bis 6 Tagen einsetzte.

Zur Feststellung der Ursachen der Induktionsperiode wurden verschiedene Versuche mit folgenden Nährlösungen durchgeführt:

Quarz wurde mit Aqua dest. geschüttelt (etwa 20 bis 30 Std). Das Quarzwasser wurde dekantiert, so daß nur gelöste bzw. suspendierte Quarzkieselsäure in der Lösung war. Diese wurde mit den konzentriert gelösten restlichen Nährsalzen (Glucose, $MgSO_4$, Harnstoff, K-Citrat), die über Austauscher phosphorsäurefrei gemacht worden waren, zusammengegeben, sterilisiert, mit Aspergillus niger geimpft und mit Luft bzw. Sauerstoff belüftet, der durch die Lösung perlte.

Die Versuche ergaben folgende Beobachtungen:

1. Wurde bei den Versuchen diese so hergestellte Nährlösung verwandt, so trat stets die Induktionsperiode auf (5 bis 6 Tage).

2. Wurde bei der Herstellung der Quarzwasserlösung für die Nährlösung ein Zusatz von 1% Glucose vor dem Schütteln des Quarzes mit Wasser gemacht, so war zwar keine Verkürzung der Induktionsperiode, aber nach 6 Tagen ein erhöhtes Wachstum zu beobachten.

3. Temperaturerhöhung während der Wachstumsperiode von 30° auf 40° C verzögerte das Wachstum.

4. Verwendung von Galaktose an Stelle von Glucose als Kohlehydrat konnte die Induktionsperiode gleichfalls nicht herabsetzen. Galaktose verhielt sich wie Glucose.

5. Glycerin als einzige Kohlehydratquelle zeigte bei Aspergillus niger innerhalb von 30 Tagen überhaupt kein Wachstum, weder in belüftetem noch unbelüftetem Zustand in Abwesenheit von Phosphat.

6. Wurde *Quarz in Glucoselösung* 14 bis 16 Std *geschüttelt* und *während des Schüttelns Sauerstoff durchgeleitet*, so ergab die Zufügung dieser Quarzkieselsäure-Kohlehydratlösung zur Nährlösung eine *Herabsetzung der Induktionsperiode* des Wachstumsbeginns von 5 bis 6 Tagen auf etwa 12 Std innerhalb der Versuchsbedingungen.

7. Wurde die Quarz-Glucoselösung beim Schütteln an Stelle von Luft (O_2) mit CO_2 begast, so war erst nach 20 Tagen ein sehr langsames, gehemmtes Wachstum zu beobachten. Die Induktionsperiode war in diesem Fall noch verstärkt.

8. Glucose ohne Quarz, mit Sauerstoff geschüttelt, mit der gewöhnlichen Nährlösung vermischt und geimpft, ergab keine Verminderung der Induktionsperiode.

Die wachstumsfördernde Komponente ist hiernach eine Kohlehydrat-Kieselsäureverbindung, deren Funktion an die Gegenwart von O_2 gebunden ist**).

Zweigstelle Max-Planck-Institut für Silikatforschung Berlin-Dahlem.

L. HOLZAPFEL und W. ENGEL.

Eingegangen am 25. März 1954.

*) Die Phosphorsäure wurde durch Austauscher aus den Nährlösungen eliminiert.

**) Diese Untersuchungen wurden von W. PIRSCHLE KWI für Biologie und L. HOLZAPFEL KWI für Silikatforschung 1943 begonnen und konnten erst neuderdings fortgesetzt werden. W. PIRSCHLE ist nach 1945 nicht heimgekehrt.

[1]) HOLZAPFEL, LUISE: Z. Elektrochem. **55**, 577 (1951).
[2]) ENGEL, WERNER: Planta **41**, 358 (1953).
[3]) HOLZAPFEL, LUISE: Org. Kieselsäureverbindungen. XXV. Mitt. Internat. Staublungentagung Münster 1953. Darmstadt: Dr. D. Steinkopff.

Die Bakteroidbildung von *Rhizobium leguminosarum* in Mischkultur mit einem anderen Bakterium.

Aus einer verunreinigten Kultur von *Rhizobium leguminosarum* wurde ein Bakterium isoliert, das in Mischkultur mit

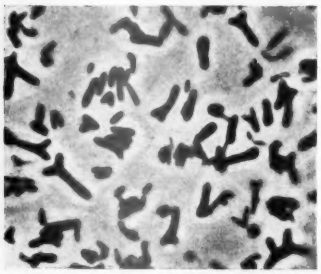


Fig. 1. Mischkultur *Rhizobium leguminosarum* + *Bakterium X*. Die kleinen kontrastschwachen Stäbchen gehören *Bakterium X* an. Phasenkontrast 1400mal.

Rhizobium leguminosarum dessen Zellen zur Bakteroidbildung anregt. Von elf geprüften Stämmen wurden vier in dieser Weise beeinflußt. Die Bakteroide sind so charakteristisch, daß sie von Knöllchenbakteroiden nicht zu unterscheiden sind (Fig. 1).

Von dem isolierten Organismus, *Bakterium X*, wurden einige Merkmale bestimmt: er wächst sehr gut auf *Standard I-Nähragar „Merck"*. Die Stäbchen sind dort 0,8 bis 1,2 μ breit und 1,5 bis 3 μ lang, unbegeißelt, gramnegativ und farblos. Das Bakterium ist fakultativ anaerob, verflüssigt Gelatine nicht, wächst auf Bromthymolblau-Nähragar gelb, das p_H-Optimum liegt bei 7,7, die Kolonien sind glatt. Auf Möhrenagar wächst *Bakterium X* in Reinkultur sehr schlecht, gemischt mit *Rhizobium* gut.

Offenbar gehen beide Organismen in Mischkultur ein symbiontisches Abhängigkeitsverhältnis ein, dessen Gleichgewicht sich durch die Bakteroidbildung von *Rhizobium* manifestiert. Die Stabilität dieses symbiontischen Gleichgewichts ist unter anderem von der physiologischen Eigenart des verwendeten *Rhizobium*stammes, vom p_H-Wert des Nährbodens und von dem Mischungsverhältnis der beiden Symbionten abhängig. Bei einem p_H-Wert unter 7 wird *Bakterium X*, über 8 *Rhizobium* verdrängt. Impft man wenig *Bakterium X* und viel *Rhizobium*, so stellt sich nach wenigen Passagen das durch die Bakteroidbildung gekennzeichnete Gleichgewichtsverhältnis ein. Entstehung und Teilung von Bakteroiden der Mischkultur läßt sich in einer feuchten Kammer auf dem Objektträger gut verfolgen. Das Bild gleicht dem, das beim Studium der Knöllchenbakteroide gewonnen wurde[1],[2]).

Orientierende Versuche über die Stickstoffbindung der Mischkultur auf Möhrenagar verliefen positiv, doch sollen die mit der KJELDAHL-Methode gewonnenen Ergebnisse noch mit der Isotopenmethode nachgeprüft werden. Lassen sich die Stickstoffgewinne der Mischkultur sichern, so folgt daraus der Befund, daß *Rhizobium* nicht nur in Symbiose mit *Leguminosen*pflanzen, sondern auch mit anderen Mikroorganismen Stickstoff assimilieren kann.

Botanisches Institut der Technischen Hochschule Braunschweig (Direktor: Prof. Dr. Dr. G. GASSNER).

WOLFRAM HEUMANN.

Eingegangen am 13. März 1954.

[1]) HEUMANN, W.: Naturwiss. **39**, 66 (1952).
[2]) HEUMANN, W.: Ber. dtsch. bot. Ges. **65**, 229 (1952).

Zur systematischen Stellung von Paidopithex rhenanus Pohlig.

Das bereits zu Beginn des vorigen Jahrhunderts gefundene, aus dem unteren Pliozän (Pontien) stammende Femur von Eppelsheim in Rheinhessen (Paidopithex rhenanus Pohlig) hat eine ganz verschiedene systematische Beurteilung erfahren. Während einige Autoren es zu der Dryopithecusgruppe stellten[1–4]), vertraten andere entschieden die Meinung, es handele sich um eine Gibbonform[5–8]), und SIMPSON teilt daher in seiner Säugerklassifikation das „dubious femur" der Subfamilie der Hylobatinae zu[9]). Extremitätenknochen fossiler Primaten sind eine ziemliche Seltenheit, so daß es an Vergleichsmaterial zu einer Beurteilung fehlte. Es war daher die morphologische Ähnlichkeit mit dem Femur des rezenten Gibbon ein entscheidender Grund, den Fund als „Prohylobates" anzusprechen[5]),[6]), obwohl das Femur beträchtlich länger ist als alle bisher bekannten, sowohl fossilen als auch rezenten Gibbonfemora[10]). Das in den letzten Jahren gefundene Material fossiler Primaten[11]) läßt jedoch auch diesen Fund in einem neuen Licht erscheinen, so daß eine kurze Besprechung gerechtfertigt ist. LE GROS CLARK und LEAKEY[10]) beschreiben ein im unteren Miozän (Burdigalien) von Kenya gefundenes Femur, das wahrscheinlich Proconsul nyanzae zugesprochen werden kann[12]),[13]) und das, wie die beiden Autoren bemerken, starke Ähnlichkeit mit dem Eppelsheimer Femur aufweist. Bei einem Vergleich zwischen den Angaben von LE GROS CLARK und LEAKEY[10]) und dem Gipsabguß des Eppelsheimer Fundes zeigt sich: Beide Femora sind gleich lang. Die Oberfläche des Corpus femoris ist bei beiden glatt und eben. Die Crista femoris ist bei dem Proconsulfemur relativ breit (etwa 8 mm) und nicht sehr scharf abgegrenzt und ähnelt der der Großaffen. Sie ist bei Paidopithex stärker ausgeprägt. Der Femurkopf ist bei beiden kugelförmig mit gut entwickelter Fovea capitis, die nicht ganz zentral liegt. Das Collum ist schlank und vom Femurkopf gut abgesetzt. Auf der dorsalen Rückseite des Collum findet sich bei beiden Femora eine Erhebung, wie sie von SAUSER[14]) zum erstenmal auch bei einigen Femora rezenter Menschen (Tiroler Bergbewohner) beobachtet wurde. LE GROS CLARK und LEAKEY[10]) erwähnen, daß ein derartiges Tuberculum häufig bei den Femora von Altweltaffen gefunden wird. SAUSER[14]) bringt diese „beetartige Erhebung" beim Menschen mit einer starken Entwicklung des Ligamentum ischiocapsulare in Verbindung und vermutet, daß diese stärkere Entwicklung durch stärkere Beanspruchung des Hüftgelenks beim Klettern entstehen könne. LE GROS CLARK und LEAKEY[10]) halten es für möglich, daß die Abwesenheit dieses Tuberculums bei den rezenten Großaffen sich durch deren Hanglerspezialisation erklären lasse, bei der das Hüftgelenk nicht mehr in dem Maße belastet werde, wie dies bei den Cercopithecoidea und anscheinend auch bei Proconsul der Fall war. Da offensichtlich das Hanglerstadium der Menschenaffen erst eine relativ junge Erwerbung ist[11]),[15]),[16]), erscheint diese Deutung durchaus gerechtfertigt. Der Trochanter major ist bei Paidopithex und Proconsul mäßig groß. Eine Linea intertrochanterica findet sich nicht. Im Trochanter minor zeigt sich nach LE GROS CLARK und LEAKEY[10]) einer der wenigen Unterschiede zwischen den beiden Formen: er bildet bei Paidopithex einen mehr zirkumskripten Buckel, während er bei Proconsul ein etwas vorspringender, flacher Rand ist. Die Tuberositas glutaea ist bei beiden deutlich erkennbar, ein Trochanter tertius ist jedoch nicht ausgebildet. In der folgenden Tabelle 1 werden die von LE GROS CLARK und LEAKEY[10]) angegebenen Maße des Femurs von Proconsul mit am Gipsabguß von Paidopithex genommenen Maßen verglichen. Die Indizes von Proconsul wurden nach den Angaben der beiden Autoren[10]) berechnet.

Es zeigt sich also auch in den Maßen eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den beiden Femora. Diese Ähnlichkeit ist um so erstaunlicher, als zwischen den beiden Formen ein beträchtlicher zeitlicher Abstand besteht: Paidopithex ist unteres Pliozän, während die Proconsulgruppe allgemein als unteres bis mittleres Miozän angesehen wird[10]). LE GROS

Tabelle 1. *Vergleich von Paidopithex und Proconsul.*

	Paidopithex	Proconsul
Länge (in cm)	285	etwa 285
Sagittaler Durchmesser der Diaphyse	17,5	18
Transversaler Durchmesser der Diaphyse	18,2	17
Vertikaler Durchmesser des Femurkopfs	24	22,6
Transversaler Durchmesser des Femurkopfs	24	23,0
Robustizitätsindex	12,35	12,28
Robustizitätsindex des Kopfes	16,84	16,01
Index des Caputquerschnittes	100,0	101,8

CLARK und LEAKEY[10]) sind der Ansicht, daß es sich bei dem Eppelsheimer Fund um eine Dryopithecusform handelt. Da die Proconsulformen allgemein als der Subfamilie der Dryopithecinae angehörig betrachtet werden[9]), erscheint bei der weitgehenden morphologischen und osteometrischen Ähnlichkeit zwischen dem Eppelsheimer Femur und dem Proconsulfemur der Schluß gerechtfertigt, daß Paidopithex rhenanus in die Subfamilie der Dryopithecinae einzuordnen ist.

Institut für menschliche Stammesgeschichte der Universität Mainz (Direktor: Prof. Dr. Dr. F. FALKENBURGER).

Eingegangen am 1. April 1954. W. KORN.

[1]) POHLIG: Zit. nach GIESELER[6]).
[2]) BROILI, F., u. M. SCHLOSSER: Grundzüge der Paläontologie, 4. Aufl. München u. Berlin 1923.
[3]) GREGORY, W. K.: Evolution Emerging, Bd. 2. New York 1951.
[4]) BOULE, M., u. H. V. VALLOIS: Les Hommes fossiles, 4. Aufl. Paris 1952.
[5]) DUBOIS: Zit. nach GIESELER[6]).
[6]) GIESELER, W.: Verh. Ges. phys. Anthr. **1**, 34 (1926).
[7]) ABEL, O.: Die Stellung des Menschen im Rahmen der Wirbeltiere. Jena 1931.
[8]) ROMER, A. S.: Vertebrate Paleontology, 2. Aufl. Chicago 1945.
[9]) SIMPSON, G. G.: Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. **85**, 1 (1945).
[10]) LE GROS CLARK, W. E., und L. S. B. LEAKEY: Brit. Mus. Nat. Hist. Fossil Mammals of Africa, No. 1, 1951.
[11]) HEBERER, G.: Erg. Anat. **34**, 499 (1952).
[12]) LE GROS CLARK, W. E.: Quart. J. Geol. Soc. **105**, 225 (1950).
[13]) LE GROS CLARK, W. E.: Proc. Zool. Soc. Lond. **122**, 273 (1952).
[14]) SAUSER, G.: Z. Anat. **104**, 285 (1935).
[15]) ZAPFE, H.: Verh. Geol. Bundesanstalt, Sonderh. C, 1952.
[16]) LE GROS CLARK, W. E., und D. P. THOMAS: Brit. Mus. Nat. Hist. Fossil Mammals of Africa, No. 3, 1951.

Herstellung von dünnen Filmen für Röntgen- und Ultrarotspektroskopie aus Polyamiden.

Es besteht beim Arbeiten mit Polyamiden oft das Bedürfnis zur Herstellung von Filmen hieraus, besonders für die Ultrarotspektroskopie. Es ist nun schwierig, hauchdünne Filme von definiertem gleichmässigem Durchmesser herzustellen. Hier hat sich eine neue Methode recht gut bewährt. Man verwendet hierfür die bei der Ultrarotspektroskopie benötigten, plan geschliffenen NaCl- oder KCl-Kristalle. Man mißt deren Oberfläche aus, bringt unter dem Abzug einen solchen Kristall auf eine Wasserwaage und gibt nun mit einer Mikropipette eine bestimmte Menge einer Polyamid-Ameisensäurelösung von bekannter Konzentration gleichmäßig darauf.

Zunächst wird das Abdunsten der Ameisensäure an der Luft und später bei Verfestigung der Lösung das Trocknen im Trockenschrank vorgenommen. Jetzt gibt man den Kristall mit dem Film darauf in eine PETRI-Schale mit 2 bis 3 cm hoher Wasserschicht darin, und schon nach wenigen Sekunden schwimmt ein hauchdünner Film auf der Wasseroberfläche, den man mit einem Objektträger aufnehmen und seiner Verwendung zuführen kann. Der Salzkristall kann noch oft benutzt werden, wenn man ihn sofort nach dem Ablösen des Films aus dem Wasser herausnimmt und auf gehärtetem Filterpapier abtrocknet.

Chur (Schweiz), Gäuggelistraße 34.

Eingegangen am 12. April 1954. H. VOM HOVE.

Vorläufige Mitteilung über eine mögliche Identität von Glukagon (Hyperglycaemic-glycogenolytic Factor) und Phosphorylase.

In mit G. MOHNIKE durchgeführten Versuchen wurde aus Pankreas ein kristallines Nucleoproteid mit hyperglykämisch-glykogenolytischer Wirksamkeit isoliert, physiologische, chemische und physikalische Eigenschaften ermittelt[1]),[2]) und eine vollständige Bausteinanalyse angegeben[3]). Animalische Phosphorylase ist bekanntlich ein Nucleoproteid mit Adenylsäure als prosthetischer Gruppe, sie wird durch Cystein und Adenylsäure aktiviert[4]). Wir konnten für unser Pankreasnucleoproteid — seinerzeit noch unbeeinflußt von der Analogie zur Phosphorylase — die gleichen Eigenschaften feststellen. Außerdem fanden wir in hochgereinigten, aber noch glukagonhaltigen Handelsinsulinpräparaten insulinfremde, unserem Pankreasnucleoproteid (und damit auch der Phosphorylase) angehörende Bausteine wie Zucker, Tryptophan und organisch gebundenes Phosphat[2]).

Zur Klärung der Frage einer Identität von Glukagon und Phosphorylase führten wir folgende Versuche durch: I. Bausteinanalyse der krist. Phosphorylase [aus Kaninchenmuskel präpariert nach CORI c. s.[5])]. II. Messung der glykogenolytischen Aktivität von Muskelphosphorylase im Leberschnittversuch. III. Messung der Phosphorylaseaktivität unseres krist. Nucleoproteides sowie einiger glukagonhaltiger Handelsinsulinpräparate.

Die Ergebnisse stützen unsere Hypothese. Zur weiteren Untermauerung unserer Anschauung lassen sich auch aus der Literatur Argumente beibringen [z. B. Nichtunterbindung der hyperglykämisierenden Wirkung von Glukagon durch Dihydroergotamin[6])].

Wir werden an anderer Stelle ausführlich berichten. Herrn Dozent Dr. med. habil. G. MOHNIKE danke ich für wertvolle Diskussion.

Diabetikerheim Garz und Karlsburg, Forschungsinstitut für Zuckerkrankheit, Karlsburg, Kreis Greifswald (Direktor: Prof. Dr. G. KATSCH).

Eingegangen am 12. April 1954. HERMANN BOSER.

[1]) MOHNIKE, G., u. H. BOSER: Naturwiss. **40**, 295 (1953).
[2]) MOHNIKE, G., u. H. BOSER: Z. exp. Med. (im Druck).
[3]) BOSER, H.: Naturwiss. **40**, 462 (1953).
[4]) CORI, C. F. u. Mitarb.: Seit 1936.
[5]) GREEN, A. A., G. T. CORI u. C. F. CORI: J. of Biol. Chem. **142**, 447 (1942).
[6]) ELLIS, S., H. L. ANDERSON u. M. C. COLLINS: Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. **84**, 383 (1953).

Phasenmikroskopische Beobachtung der Haare.

Mit einem Haar können wir Beugung des Lichtes bequem demonstrieren[1]). Dies deutet darauf hin, daß man auf die Beobachtung des Randes eines Haares die Phasenmikroskopie anwenden kann. Der Autor hat im Dunkelfeld des Phasenkontrastverfahrens die verschiedenen Arten von Haaren geprüft. Als Versuchsproben wurden hier ein Kopfhaar des Japaners und ein Schamhaar desselben gewählt. In den aufgenommenen Mikrogrammen der Haare (vgl. Fig. 1 und 2) kann man die Verschiedenheit der Haare deutlich wahrnehmen. Das Schamhaar weist in Fig. 2 einen scharfen und zackenförmigen Rand auf, während das Kopfhaar in Fig. 1 einen viel stärker diffusen wiedergibt. Das Phasenkontrastverfahren wird in Zukunft zum gerichtsärztlichen Gutachten über die Haare, die nach Rassen, Alter, Geschlecht usw. verschieden sind, eine große Rolle spielen.

Scientific Research Institute, Ltd., Hongo, Tokyo, Japan.
SHIGETO YAMAGUCHI.

Eingegangen am 22. Februar 1954.

[1]) Vgl. WESTPHAL, W. H.: Physik. Abb. 544, S. 557. Berlin: Springer 1950.

Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Phasenmikroskopische Aufnahme eines Kopfhaares im Dunkelfeld. Der Rand des Haares gibt ein diffuses und einfaches Band. Vergrößerung 700fach.

Fig. 2. Schamhaar im Dunkelfeld. Das Haar weist einen scharfen und zackenförmigen Rand auf. Unter denselben Bedingungen wie in Fig. 1 wurde diese Figur aufgenommen.

Besprechungen.

Buchholz, H.: Die konfluente hypergeometrische Funktion mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen. (Ergebnisse der angewandten Mathematik, 2. Heft.) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953. XVI, 234 S. DM 36.—.

Dieses Buch ist den Lösungen der Differentialgleichung

$$z\frac{d^2u}{dz^2}+(\beta-z)\frac{du}{dz}-\alpha u=0$$

(„konfluente hypergeometrische" oder „KUMMERsche" Differentialgleichung) bzw. der WHITTAKERschen Differentialgleichung

$$\frac{d^2v}{dz^2}+\left(-\frac{1}{4}+\frac{\varkappa}{z}+\frac{1-\mu^2}{4z^2}\right)v=0$$

gewidmet. Da die Konstanten α, β bzw. $\varkappa$, μ beliebige komplexe Zahlen sind, handelt es sich um Funktionen, die von drei komplexen Variabeln, nämlich z, α, β bzw. z, $\varkappa$, μ abhängen. Man hat eine ausgedehnte Funktionenklasse vor sich, der viele spezielle Funktionengruppen angehören, wie die Zylinderfunktionen, die LAGUERREschen Funktionen, die unvollständige Gammafunktion, das Fehlerintegral, der Integrallogarithmus usw. Die vorliegende gründliche und sorgfältige Darstellung wird auch dem Physiker oder Techniker willkommen sein. Die Tatsache, daß man es mit Funktionen von drei Variabeln zu tun hat, bedingt eine gewisse Kompliziertheit aller Formeln, der gegenüber besonders der Nichtmathematiker Geduld wird aufbringen müssen; das liegt in der Natur des Gegenstandes. In der Bezeichungsweise hat sich der Autor in dankenswerter Weise dem Üblichen angeschlossen. Dementsprechend ist der Formelapparat fast ganz mit den beiden WHITTAKERschen Symbolen $M_{\varkappa,\mu/2}$, $W_{\varkappa,\mu/2}$ aufgebaut. Es werden nahezu alle wichtigen Resultate dargestellt, die bisher zu dem Gegenstand bekannt sind und von denen viele von dem Autor selbst stammen. Eine ausführliche Bibliographie ergänzt den Inhalt.

Man darf überzeugt sein, daß dieses wertvolle Buch in Zukunft viel benützt werden wird.

RELLICH (Göttingen).

Sauer, R.: Anfangswertprobleme bei partiellen Differentialgleichungen. (Bd. LXII der Sammlung: Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen.) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1952. 229 S. u. 63 Fig. DM 26.—; Gzl. DM 29.—.

In dem vorliegenden Werk werden die mathematischen Methoden zur Behandlung quasilinearer Differentialgleichungen, deren Anwendung auf die Probleme speziell der Gasdynamik der Verfasser in seiner bekannten „Einführung in die theoretische Gasdynamik" in meisterhafter Form dargelegt hat, nunmehr in allgemeinerem Rahmen erneut behandelt und in ihren mannigfaltigen Anwendungsmöglichkeiten auch auf andere Probleme der Physik dargelegt. Die Darstellung beschränkt sich in der Hauptsache auf Anfangswertprobleme, die bei partiellen Differentialgleichungen bzw. Gleichungssystemen vom hyperbolischen Typ auftreten, umfaßt also außer den Anwendungen auf die Gasdynamik und Akustik noch die auf die HAMILTON-JACOBISCHE Differentialgleichung der Mechanik, die Wellengleichung in ihren verschiedenen Varianten und dergleichen. Im besonderen klärt das einführende Kapitel I unter Heranziehung einfacher Beispiele den Unterschied zwischen Anfangs- und Randwertproblemen. Das II. Kapitel beschäftigt sich mit der Lösung von Differentialgleichungen erster Ordnung vermittels der Charakteristikentheorie, während das III. Kapitel den Systemen quasilinearer Differentialgleichungen erster Ordnung und den Differentialgleichungen zweiter Ordnung mit zwei unabhängigen Veränderlichen, das IV. Kapitel den entsprechenden Gleichungen mit mehr als zwei unabhängigen Veränderlichen gewidmet ist.

Nach den Ausführungen im Vorwort war der Verf. bestrebt, mit dem vorliegenden Buch ein Werk zu schaffen, welches vor allem den Physikern und Technikern das Einarbeiten in die für sie oft so wichtige Mathematik der hyperbolischen Anfangswertprobleme erleichtern soll. Vom Standpunkt des Physikers und Technikers wird dieses Ziel um so eher von einem Buch erreicht, je weniger es „Epsilontik", Konvergenzbeweise, Existenzbeweise und dergleichen enthält. Sieht man das vorliegende Werk in dieser Hinsicht durch, so muß man ihm zweifellos die beste Note geben. Zwar merkt man immer wieder die Hand des Mathematikers, der bei der Darstellung naturgemäß nicht auf mathematische Strenge verzichten kann und deshalb stellenweise etwas ausführlichere Entwicklungen für nötig hält, wo dem Praktiker vielleicht eine kurze Darlegung der wesentlichen Gesichtspunkte genügt hätte. Doch ist es eben eine Meisterhand, welche das Werk in so klarer und leicht lesbarer Form schrieb, daß es mit seinen Beispielen sicher eine sehr wertvolle Hilfe für so manchen Physiker beim Einarbeiten in den Problemkreis um die hier behandelten Differentialgleichungen und ihre rechnerischen bzw. graphischen Lösungsmethoden darstellt.

F. SAUTER (Köln).

Flügge, S., und H. Marschall: Rechenmethoden der Quantentheorie. 2. Aufl., 1. Teil: Elementare Quantenmechanik. (Bd. LIII der Sammlung: Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen.) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1952. VIII, 272 S. u. 30 Abb. DM 29.80; Gzl. DM 32.80.

Die zweite Auflage des in Unterricht und Praxis bewährten Buches, das sich bereits viele Freunde erworben hat, weist eine Reihe wesentlicher Änderungen und Verbesserungen auf. Obwohl konsequent daran festgehalten wurde, den Leser vor allem mit den mathematischen Methoden der Quantentheorie vertraut zu machen und ihm auf diese Weise ein unerläßliches Rüstzeug zum tieferen Verständnis zu vermitteln, tragen viele der neu hinzugefügten Aufgaben wesentlich dazu bei, den physikalischen Sinn und Gehalt der Rechenmethoden weiter herauszuarbeiten. Die Autoren führen in geschickter Weise den Lernenden von einfachen Fragen zu komplizierteren Problemen, deren Zusammenstellung in einem Taschenbuch und Nachschlagewerk an sich schon für die Behandlung verwandter Probleme sehr verdienstvoll ist.

Eingehend werden zunächst viele Aufgaben mit stückweise konstanten Potentialen, an denen alle wesentlichen Züge der Quantentheorie schon erkannt werden können, durchgeführt. Den Näherungsverfahren wurde ein breiter Raum gewidmet und auch moderne Methoden eingearbeitet wie die Phasenbestimmung nach dem Variationsverfahren. Die DIRACsche Störungsrechnung wurde gegenüber der ersten Auflage eingehender behandelt, dafür jedoch die relativistischen Theorien auf den verheißenen 2. Band verlagert. Die beigefügten Erläuterungen sind instruktiv, die Diskussion der Ergebnisse sehr knapp, aber kennzeichnend. Neu hinzugekommen sind Literaturhinweise, die es dem Lernenden ermöglichen, die Originalliteratur mit heranzuziehen.

Bei der Behandlung vieler Aufgaben konnte in durchsichtiger Weise von den Eigenschaften der hypergeometrischen Funktion Gebrauch gemacht und die Lösungen mit ihrer Hilfe dargestellt werden. Vielleicht würde bei einigen exakt lösbaren Problemen die Anwendung der modernen und eleganten Faktorisierungsmethode eine förderliche Abwechslung und Alternativmöglichkeit für die Lösungsverfahren bieten und eine Brücke zu den nur knapp behandelten algebraischen Methoden schlagen.

B. STECH und J. HANS D. JENSEN (Heidelberg).

Ramsauer, C.: Grundversuche der Physik in historischer Darstellung. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953. 185 S., 129 Abb. u. 1 Zeittafel. Gzl. DM 19.80.

Zum Unterschied von manchen anderen physikalisch-historischen Darstellungen behandelt RAMSAUER die Geschichte der Physik als „Geschichte der physikalischen Experimente" und will „die Grundversuche der Physik historisch und kritisch darstellen". Es handelt sich um Grundversuche, „d.h. um Versuche, welche ein neues Gebiet eröffnen, eine prinzipielle Frage entscheiden oder zu einem allgemeinen Gesetz führen." „. . . Ziel ist die geschichtliche und sachlich richtige Darstellung der Versuchsaufbauten, der Versuchsziele und der Versuchsergebnisse." Vergleicht man diese Sätze der Einführung mit der Darstellung der Versuche selbst, so findet man alle Versprechen in hohem Maße erfüllt. 27 Grundversuche umfassen die Zeit von GALILEI (Fallgesetze) bis O. STERN (Molekularstrahlen). Da der vorliegende Band der klassischen Physik gewidmet ist, werden aber Radioaktivität und Rönt-

genstrahlen — obwohl zeitlich früher liegend — nicht mehr behandelt.

Der Anordnung der Versuche liegt die übliche Einteilung der Physik zugrunde. Die Mechanik ist eingegrenzt durch die Fallversuche und den FOUCAULTschen Pendelversuch, die Gasgesetze verbinden sie mit der Wärmelehre, die im Endabschnitt mit der kinetischen Gastheorie wieder in die Mechanik einmündet. Die Optik hebt an mit RÖMERs Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit und schließt mit LEBEDEWs Nachweis des Lichtdruckes. Die Elektrizität schließlich beginnt mit COULOMB und endet mit dem Beweis für die Existenz der elektrischen Wellen von H. HERTZ. Die Darstellung ist so ausführlich, „daß ein physikalisch gebildeter Leser den Gang des Versuches voll verstehen kann, aber nicht so ins einzelne gehend, daß hiernach der Versuch nachgemacht werden könnte."

Das ist genau das, was man billigerweise erwarten darf: gründlich genug, ohne durch Vielfältigkeiten zu verwirren. Die Vergangenheit wird dadurch besonders lebendig, daß vielfach die Autoren selbst zu Wort kommen und ihre Skizzen oder die Zeichnungen der Originalarbeit abgedruckt sind. Zum Schluß jedes Versuches gibt RAMSAUER ein Urteil ab „über die objektive Bedeutung der betreffenden Entdeckung und über die subjektive Leistung des Entdeckers". Auch diesen Bemerkungen wird der Leser weithin zustimmen.

Im ganzen: ein Buch, das jeder Interessierte mit Freude lesen wird, das vor allem junge Physiker in lebendigen Kontakt mit der großen Vergangenheit bringen kann, und das jeder, der Physik zu lehren hat, gut kennen sollte.

K. SOLF (Göttingen).

Wahlstrom, Ernest E.: Optical Crystallography. New York: John Wiley & Sons, Inc. London: Chapman & Hall, Ltd. 1951. 2. Aufl. 247 S. Preis: $ 4.50.

Der Verf. hat sich zum Ziel gesetzt, einen Überblick über die Theorie der Kristalloptik zu geben, soweit sie als Grundlage für die mikroskopische Untersuchungstechnik notwendig ist. Diese selbst ist nur ganz kurz (auf 6 Seiten) behandelt, in der Annahme, daß, wer die Theorie erfaßt habe, sich leicht in jene werde einarbeiten können. Nur die Verfahren zur Bestimmung der Brechzahlen sind auch praktisch eingehender behandelt. Das Buch stellt, in pädagogischer Hinsicht beurteilt, den Versuch dar, die Theorie möglichst nur auf Grund größtenteils räumlicher *Anschauung* und nicht auf Grund mathematischer Beziehungen darzustellen. Es wird daher eine ganz ungewöhnlich große Anzahl — in ihrer Mehrheit parallel-perspektivischer — Abbildungen geboten. (Auf den 234 Textseiten befinden sich 216 Abbildungen, die etwa 40% der Druckfläche einnehmen.) Die Abbildungen selbst sind durchwegs plastisch, zweckmäßig, sehr sorgfältig ausgeführt, ausführlich beschriftet und bilden so unzweifelhaft den wertvollsten Bestandteil des Werkes.

Der Text geht nicht über das Übliche und Allernotwendigste hinaus; er wertet also das reiche Bildmaterial nicht voll aus. Es ist schade, daß gleich der erste Satz des ersten Kapitels zu einer falschen Vorstellung verleitet: Bei einer Definition des Begriffes „Kristall" darf man nicht an erster Stelle die polyedrische Flächenbegrenzung nennen! Auch sonst ist gerade dieses Kapitel (Kristallographie) sehr unbefriedigend. Es müßte entweder wesentlich ausführlicher gehalten sein oder weggelassen werden. In der vorliegenden Form verführt es nur zur Oberflächlichkeit. So kann z.B. wegen des Fehlens einer wirklichen Ableitung der MILLERschen Indizes aus den Parametern (S. 3—4) der Lernende zu keiner sicheren Vorstellung über deren Wesen gelangen. Auch bei den vorgetragenen Projektionsverfahren fehlt die ins einzelne gehende mathematische und konstruktive Ableitung, ganz zu schweigen davon, daß jeder Hinweis fehlt, wie und welche Aufgaben damit gelöst werden können, den man auch bei der Vorführung des WULFFschen Netzes (S. 230) vergeblich sucht.

Der grundlegende Irrtum, bei der Anwendung des Quarzkeils werde das polychromatische Licht spektral zerlegt (S. 100), dürfte auf falscher Auslegung der in vielen Lehrbüchern vorhandenen Diagramme, bei denen die Keilfarben sekundär spektral zerlegt gedacht werden, entstanden sein. Die äußere und innere konische Refraktion, die für die Praxis so gut wie keine Rolle spielt, wird auf mehreren Seiten (S. 166—170) besprochen, während die für die Diagnostik doch recht wichtigen anomalen Interferenzfarben in neun Zeilen (S. 108) abgetan werden, was nur insofern günstig scheint, als hier die Erklärung völlig verkehrt ist. Die auf S. 123 angegebene Beschreibung des Verhaltens schiefer Schnitte einachsiger Kristalle im Konoskop verführt zu der schon vor über 30 Jahren als falsch erkannten diagnostischen Regel, wonach die dunklen Barren der einachsigen Minerale bei Tischdrehung parallel zu den Schwingungsrichtungen der Polarisatoren durch das Gesichtsfeld wandern soll. (Vgl. dazu z.B. die richtige Darstellung in den ausgezeichneten Lehrbüchern sowohl von A. N. WINCHELL wie von C. BURRI.) Von dem Anhangsteil über den Universaldrehtisch ist im Prinzip das gleiche zu sagen wie vom ersten Kapitel. Es ist unmöglich, auf 7 Seiten, von denen noch $2^1/_2$ Seiten mit Figuren bedeckt sind, einen lehrmäßigen Überblick über eine so wichtige Sache zu geben.

Die buchmäßige Ausstattung ist sehr gut, der Preis derselben angemessen.

Zusammenfassend ist zu sagen: das große, in jeder Hinsicht ausgezeichnete, zum Teil recht originelle Bildmaterial kann in der Hand eines kritischen Lehrers nützliche Verwendung finden. Das Buch als Ganzes bildet jedoch eine unzureichende und nicht überall zuverlässige Grundlage für Lernende auf dem Gebiete der Kristalloptik.

H. SCHUMANN (Göttingen).

Künstliche radioaktive Isotope in Physiologie, Diagnostik und Therapie. Hrsg. v. H. SCHWIEGK. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953. 842 S. u. 294 Abb. DM 136.—.

Mit dem vorliegenden Buch wird versucht, eine umfassende Darstellung der Anwendung von Radioisotopen in Physiologie, Pharmakologie, klinischer Diagnostik und Therapie zu geben. Bei dem gewaltigen Umfang des wiederzugebenden Stoffes ist es nur konsequent, die einzelnen Abschnitte von verschiedenen Autoren bearbeiten zu lassen, die für das jeweilige Fachgebiet zuständig sind. Zu begrüßen ist dabei unter anderem auch die Mitarbeit einiger ausländischer Autoren. — Schwierigkeiten bereitet es bei jedem Gemeinschaftswerk solcher Art, die Geschlossenheit eines Buches zu bewahren, ohne die Individualität der einzelnen Mitarbeiter zu sehr zu stören. Hinsichtlich solcher Geschlossenheit leidet das Buch in manchem, so etwa in Äußerlichkeiten wie der Anlage des zu jedem Kapitel gehörigen Literaturverzeichnisses. Die nicht einheitliche Bezeichnungsweise der verschiedenen Mitarbeiter stört mitunter sehr. Überraschend wirkt es, wenn z.B. statt „Halbwertszeit" die begrifflich falsche Neuprägung „halbe Lebensdauer" gebraucht wird oder gar für den eindeutigen deutschen Ausdruck „Dunkelstrom" die amerikanische Bezeichnung „noise background" wörtlich mit „Lärmhintergrund" übersetzt wird. — Trotz der Fülle des wiedergegebenen Stoffes werden viele Leser manches vermissen. So fehlt z.B. eine zusammenhängende Darstellung über das erschütternd verworrene Kapitel der Nomenklatur und Einheiten bei biologischen Isotopenanwendungen mit klaren Definitionen, eine kritische Betrachtung der Aussagemöglichkeiten und der Auswertung von Isotopenversuchen, eine Diskussion mathematischer Analysenmethoden. Bei Besprechung der labortechnischen Fragen, die recht knapp behandelt werden, wäre eine ausführlichere Darstellung sehr erwünscht, die z.B .die Probleme der Isolierung von radioaktiven Gewebsfraktionen, dabei zu stellende Reinheitsansprüche usw. diskutiert und auf moderne Hilfsmittel wie Papierchromatographie und -elektrophorese eingeht. — Trotz der geschilderten Mängel ist der Wert des Buches, in dem mit großem Fleiß eine Fülle von praktischen Kenntnissen und von Literatur verarbeitet wurde, sehr hoch einzuschätzen. Sehr angenehm berührt die kritische Haltung fast aller beteiligten Autoren, so insbesondere bei der Diskussion der therapeutischen Anwendung der Isotope.

Im einzelnen enthält das Buch die folgenden Kapitel: Im 1. Teil (allgemeine, physikalische, chemische und biologische Grundlagen) wird zunächst von SCHMEISER eine sehr schöne Übersicht der verschiedenen Verfahren zum Nachweis radioaktiver Isotope gegeben; ein Abschnitt ist dabei bereits den modernen Szintillationszähltechniken gewidmet. Vom gleichen Verf. werden sodann die verschiedenen autoradiographischen Methoden referiert, leider ohne kritische Diskussion der sehr wesentlichen histologischen und histochemischen Probleme dieser Untersuchungsart. — Von STARKE und EBERT werden die Aufarbeitung biologischer Gewebe und Flüssigkeiten sowie die Grundlagen des chemischen Arbeitens besprochen. HUG und MUTH schildern in einer sehr ausführlichen Darstellung Laboratoriumseinrichtungen und Strahlenschutzmaßnahmen. LAMERTON gibt eine Übersicht des derzeitigen Wissensstandes zur biologischen Strahlenwirkung. Von SCHUBERT und HÖHNE werden schließlich die Probleme der

Toleranzdosen diskutiert und Beziehungen zur Dosisberechnung wiedergegeben. — Im 2. Teil (Radioisotope für Spurenuntersuchungen in Physiologie, Pharmakologie und Diagnostik) gibt zunächst K. LANG mit großem Geschick einen Überblick über neuere Befunde in der physiologischen Chemie, die mit Hilfe von Kohlenstoff- und Stickstoff Isotopen gewonnen wurden. In entsprechender Weise sind die folgenden Abschnitte jeweils einem Element gewidmet: Phosphor (ABBATT), Schwefel (BERSIN), Natrium und Kalium (HUNZINGER und WASER), Calcium und Strontium (CREMER und HERR), Jod (BANSI), Chlor, Brom und Fluor (WOLFF), Eisen (VANNOTTI), Kobalt (SCHWIEGK und N. LANG), Kupfer, Silber, Gold, Beryllium, Zink, Quecksilber, Gallium, Yttrium, Hafnium, Selen, Tellur, Blei, Arsen, Antimon, Molybdän, Mangan (WOLFF). Von WASER schließt sich eine ausgezeichnete Übersicht zur Kreislaufdiagnostik mittels radioaktiver Isotope an. J. H. MÜLLER behandelt die Möglichkeiten der Tumordiagnostik mit Hilfe von Isotopen. Die Amerikaner KELSEY, MANTHEL und GEILING schildern dann die Anwendung radioaktiv markierter Pharmaka und die damit erhobenen Befunde. SCHWIEGK und N. LANG geben abschließend einen Überblick zur Anwendung radioaktiver Isotope in der Endokrinologie. —

Im 3. Teil (Therapie mit radioaktiven Isotopen) diskutieren zunächst BECKER und SCHEER die lokalisierte Applikation künstlich radioaktiver Isotope. Der folgende Abschnitt von HEILMEYER und ODENTHAL ist der Therapie der Blutkrankheiten gewidmet. J. H. MÜLLER beschreibt die interne Tumortherapie mit Isotopen. In den letzten beiden Abschnitten werden von LINDER und RUF die Möglichkeiten der Behandlung von Schilddrüsencarcinomen, von OESER und BILLION die der Therapie von Hyperthyreosen mit Radiojod besprochen. — Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich.

E. WITTE (Göttingen).

Lwoff, André: Biochemistry and Physiology of Protozoa. Bd. I. New York: Academic Press Inc., Publishers 1951. 434 S. $ 8.80.

Jeder, der sich mit Fragen der Stoffwechselphysiologie und der Biochemie befaßt, ganz besonders aber der physiologisch interessierte Protistologe, wird es dankbar begrüßen, daß nunmehr mit vorliegendem Werk eine fühlbare Lücke in der Protozoenliteratur geschlossen wurde. Vor allem für uns in Deutschland wird damit eine reiche, bisher nur schwer zugängliche, ausländische Literatur erschlossen, die den Anschluß an die Vorkriegszeit ermöglicht.

In einem einführenden Kapitel umreißt ANDRÉ LWOFF, der Herausgeber des auf zwei Bände berechneten Werkes, die wesentlichen Probleme der autotrophen und heterotrophen (osmotrophen) Protozoen, die er je nach ihren biochemischen Fähigkeiten in bestimmte Kategorien unterteilt, und denen er als gleichwertige Kategorie die „Hypotrophen", die sich selbst reproduzierenden Einheiten (Bakteriophagen, Viren, Gene usw.), angliedert. Mit gutem Recht ist den Bearbeitern der Flagellaten mehr als die Hälfte des zur Verfügung stehenden Raumes überlassen worden. S. H. HUTNER und L. PROVASOLI haben die Bearbeitung der Phytoflagellaten, MARGUERITE LWOFF und TH. V. BRAND jene der parasitischen Flagellaten übernommen. Von speziellerem Interesse erscheinen mir die Abschnitte über den Chemismus der „Azetatflagellaten", über die durch Antibiotika (Streptomycin) induzierte Apochlorosis, über das Wachstum der Phytoflagellaten im Dunkeln und über die derzeit im Vordergrund des Interesses stehenden Probleme der Photosynthese. Eine besondere Würdigung erfährt der EUGLENA-Test auf Vitamin B_{12} und das Sexualitätsproblem der Chlamydomonaden. Die besonderen ernährungsphysiologischen Fragen der parasitischen Flagellaten werden an Hand der Trypanosomen und Trichomonaden erörtert. TH. V. BRAND hat die Bearbeitung des Metabolismus der Trypanosomen und Bodoniden in einem besonderen Kapitel übernommen. Hervorzuheben sind schließlich noch die Abschnitte über die Biochemie von Plasmodium (Metabolismus, Kulturmethoden) und den Einfluß der Chemotherapeutica auf den Malariaparasiten. An Hand von Tetrahymena bringen G. W. KIDDER und V. C. DEWEY eine Gesamtdarstellung der Ernährungsphysiologie der Ciliaten.

In einem zweiten Band verspricht der Herausgeber die in vorliegendem Band nicht mehr berücksichtigten Gruppen, wie z. B. die Parseninfusorien, die phagotropen Flagellaten u. a. zu bringen. Das ausgezeichnete Werk sollte in keiner Institutsbibliothek fehlen. Den Schluß machen Autorenregister und Sachverzeichnis.

A. KOCH (München).

Paech, K., und W. Simonis: Übungen zur Stoffwechselphysiologie der Pflanzen. (Pflanzenphysiologische Praktika, Bd. I.) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1952. XI, 252 S. u. 39 Fig. Geb. DM 24.—.

Die im akademischen Unterricht jetzt allgemein üblich gewordene *praktische* Unterweisung in Pflanzenphysiologie wird nach den Erfahrungen des Ref. am besten in ein etwa dreistündiges Anfängerpraktikum, das auch den Botanik als Nebenfach betreibenden Studierenden zugänglich ist, und eine speziell für Botaniker bestimmte weiterführende Ausbildung gegliedert, welche entweder im Rahmen des allgemeinen Fortgeschrittenen-Praktikums oder in besonderen Übungsstunden erfolgen kann. Während das Anfängerpraktikum eine allgemeine Einführung zu geben hat, etwa in Art der „Pflanzenphysiologischen Übungen" des Ref., ist für den Fortgeschrittenen die zur Selbständigkeit überleitende vertiefte Bearbeitung einzelner Probleme wesentlich. Dazu ist ein Buch erwünscht, welches eine reichliche Anzahl auch schwierigerer Versuche zur Auswahl bietet. Eine derartige Zusammenstellung fehlte seit längerem, nachdem die von L. BRAUNER begonnene Neubearbeitung des klassischen pflanzenphysiologischen Praktikums von W. DETMER leider ein Torso geblieben war. Die Lücke wird nun durch die im Springer-Verlag erscheinende Reihe Pflanzenphysiologischer Praktika ausgefüllt, innerhalb welcher der vorliegende Band I das Gebiet der *Stoffwechselphysiologie* behandelt. In einer wohlerwogenen Auswahl bieten die Verf. 181 Versuche dar, die sich ziemlich gleichmäßig über das Gesamtgebiet verteilen. Dabei werden vielfach auch ökologische Probleme berührt, nur gestreift dagegen die Besonderheiten der Heterotrophen, wahrscheinlich im Hinblick auf ein spezielles mikrobiologisches Praktikum. Besonders zu begrüßen ist die Durchmusterung der neueren, auch ausländischen Literatur, welche eine Reihe sehr brauchbarer neuer Versuchsanordnungen ergeben hat. Im einzelnen könnten, wenn man den Zweck des Buches in der vom Ref. eingangs angedeuteten Richtung sieht, vielleicht noch einige heute wichtig gewordene Methoden aufgenommen werden, wie etwa die volumetrische Analyse in der WARBURG-Apparatur, die Assimilationsmessung in strömender Luft und ein Beispiel quantitativer kolorimetrischer Messungen. Dafür könnte einiges für den Fortgeschrittenen als bekannt Voraussetzbares wegfallen oder kürzer gefaßt und in andere Versuche eingegliedert werden, wie z. B. der schon im chemischen Praktikum geübte qualitative Nachweis von Aschenbestandteilen (Vers. 11 ff.) oder die Bestimmung des Wassergehaltes verschiedener Blattypen (Vers. 27). Hier und an anderen Stellen (z. B. Vers. 45) erscheint auch die Gefahr nicht genügend berücksichtigt, den Praktikanten von einigen wenigen Ergebnissen an speziellen Objekten aus zu voreiligen allgemeinen Schlüssen zu verleiten. Die Tensiometermethode (Vers. 25) ist als Praktikumsversuch wenig geeignet, weil sie physikalisch unbestimmt fundiert ist; zudem mißt sie, wie wir jetzt wissen, nicht die Bodensaugkraft. Nicht überall befriedigend ist die Darstellung der den Versuchsgruppen vorangestellten kurzen „Grundlagen", sowohl hinsichtlich der Verständlichkeit für den Studierenden (z. B. NEUBAUER Analyse [S. 19], Hydraturbegriff [S. 41, 47], Ioneneffekt [S. 61, 62]) als auch der stilistischen Fassung (z. B. S. 70: „Bei den Landpflanzen usw.). Das sind aber Einzelheiten, welche den vorzüglichen Eindruck der klaren und präzisen Darstellung der Versuche nicht berühren. Ohne Zweifel wird mit dem gut ausgestatteten Buch sowohl dem Studierenden eine ausgezeichnete Experimentieranleitung als auch dem Dozenten eine willkommene Erleichterung der Vorbereitung in die Hand gegeben.

O. STOCKER (Darmstadt).

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N.W. 1

Springer-Verlag
Berlin . Göttingen . Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Aufnahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Angewandte Radioaktivität

Von **K. E. Zimen,** Vorstand des Instituts für Kernchemie, Chalmers Technische Hochschule, Göteborg/Schweden. Mit 45 Textabbildungen und einer Tafel. VIII, 124 Seiten Gr.-8°. 1952. Ganzleinen DM 18.80

Aus den Besprechungen: Der Verfasser gibt einen Überblick über die prinzipiellen Möglichkeiten der angewandten Radioaktivität und die Wege, auf denen weitergearbeitet werden kann. Bisher gab es in deutscher Sprache keine moderne Darstellung dieses Fachgebietes. Infolge der jüngsten Forschungsergebnisse hat gerade die Anwendung in der biologischen, chemischen und physikalischen Forschung eine enorme Entwicklung genommen. Aber auch selbst in der medizinischen Praxis und in der Technik hat sie Eingang gefunden. Im ersten Teil des Werkes sind die grundlegenden Erkenntnisse der Radioaktivität und der Kernreaktionen zusammengestellt. Im zweiten Teil werden die prinzipiellen Möglichkeiten für die Anwendung der radioaktiven Atomarten als Strahlungsquellen und als radioaktive Indikatoren behandelt. Zahlreiche Beispiele illustrieren die verschiedenen Methoden, und eine umfassende Literaturzusammenstellung erleichtert ein tieferes Eindringen. Zahlreiche praktische Angaben und Tabellen im dritten Teil erweisen sich als sehr nützlich für den Experimentalphysiker, der sich mit radioaktiven Stoffen vorwiegend befaßt. Die Auswahl des Gebotenen und die Art der Darstellung ist sehr zweckentsprechend. Das Buch ist daher jedem Physiker, der in dieser Fachrichtung arbeitet, wärmstens zu empfehlen. *„Acta Physica Austriaca"*

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

NEUES SP.600

SPEKTRALPHOTOMETER

Niedrige Anschaffungskosten,
Hohe Messgenauigkeit,
Robuste Bauweise und einfachste Bedienung,
Vakuumphotozellen.

Diese Neuentwicklung von UNICAM setzt nunmehr auch mittlere und kleine analytische Laboratorien in die Lage, alle Vorteile moderner spektroskopischer Arbeitsmethoden anzuwenden.
Die hohe Auflösung des Littrow-Glas-Monochromators ermöglicht die genaue Einstellung jeder beliebigen Wellenlänge der Messtrahlung in dem Spektralbereich von 3600 Å bis 10000 Å bei geringster Bandbreite und beseitigt somit die Schwachen und Nachteile der bisher gebräuchlichen Filtergeräte. Die Messergebnisse können wahlweise in % Durchlässigkeit oder Extinktion abgelesen werden. Die Stromversorgung erfolgt aus einem 12 Volt-Akkumulator oder aus dem Lichtnetz.

UNICAM

UNICAM INSTRUMENTS (CAMBRIDGE) LTD · ARBURY WORKS · CAMBRIDGE · ENGLAND

Fordern Sie alle weiteren Einzelheiten sowie die Anschriften unserer Vertreter in Deutschland an

Distributor für Deutschland: Joberg Ltd., Balfour House, 119-125 Finsbury Pavement, London, E.C.2, England

G/2

Verständliche Wissenschaft

Naturwissenschaftliche Abteilung, herausgegeben von Professor Dr. **Karl von Frisch,** München.

Dritter und vierter Band:

Einführung in die Wissenschaft vom Leben oder Ascaris

Von Professor Dr. Richard Goldschmidt, Zoologisches Institut der University of California, Berkeley, Cal (USA.). Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage, 9.—14. Tausend. Mit 160 Abbildungen. XI, 314 Seiten. 1954. Ganzleinen DM 15.60

Inhaltsübersicht: Der Spulwurm unterrichtet uns über Anpassung. Der Spulwurm führt uns auf Wachstum, Form und Farbe der Lebewesen. Die Haut als Atmungs- und Schutzorgan vom Spulwurm zum Menschen. Körperlymphe, Muskeln und Bewegung, oder vom Spulwurm zum Pianisten. Vom Nervensystem und den Sinnesorganen. Weiteres über die höheren Sinne und das nervöse Zentralorgan. Von der Nahrung und ihrem Erwerb. Der Stoffwechsel, von der Nahrung bis zur Ausscheidung des nicht Verwendbaren. Von den Geschlechtern und der Fortpflanzung. Feinheiten von Befruchtung und Geschlechtsbestimmung. Die Grundlagen der Vererbungslehre. Die Entwicklung des Individuums.

Aus der Einführung: Der Spulwurm unterrichtet uns über Anpassung:

. . . Ascaris ist ein Spulwurm, eines jener verachteten Wesen, vor denen jedermann graust. Pfui, wer mag einen Wurm anrühren und noch dazu einen, der in den Eingeweiden von Tier und Mensch haust! Nun aber gar ein Buch über ein so verachtungswürdiges Geschöpf zu schreiben! Der Naturforscher ist aber doch anderer Ansicht. Er hat die Natur des Kindes. Auch dies faßt jeden Wurm an und sucht sein Wesen zu ergründen, bis ihm andere beibringen, daß dies ekelhaft sei. Und wieviel Fragen vermag ein Kind über einen Wurm zu stellen, die du, verehrter Leser, nicht beantworten kannst? Warum sollen wir ihn darum nicht einmal vornehmen und so lange fragen, bis er uns seine ganze Geschichte und darüber hinaus viele andere Geschichten erzählt hat? Ich vermute fast, daß dann seine Häßlichkeit bald vergessen wird und er uns als ein, wenn nicht ebenso schönes, so doch ebenso bemerkenswertes Glied der Schöpfung erscheinen wird wie der Pfau und Paradiesvogel. Doch seien wir lieber gleich ehrlich! Der Wurm Ascaris ist wirklich nur ein halbernster Vorwand, sagen wir sogar ein Trick, an dem wir unsere Betrachtungen über die Erscheinungen der lebenden Natur verankern wollen. Wir hätten auch eine Fliege oder einen Elefanten, einen Fisch oder den Menschen wählen können. Der Wurm symbolisiert nur die allgemeine Wesensgleichheit alles Lebendigen.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Dieses Heft enthält zwei Prospekte des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg, bei.